

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
«МУФТА ПРИВОДА ЗАДВИЖКИ»

Выпускная квалификационная работа
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение
профилю подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 620

Екатеринбург 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении
и металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ИММ
_____ Б.Н. Гузанов
«___» _____ 2019г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «МУФТА ПРИВОДА ЗАДВИЖКИ»

Идентификационный код ВКР: 620

Исполнитель
студент гр. ЗТО-504

А.О. Сушников

Руководитель:
Доцент

Т. А. Козлова

Екатеринбург 2019

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит выполнена на 100 страницах. Содержит 22 рисунка, 26 таблиц, 40 формул, 31 использованных источников,

4 приложения на 17 листах, 1 приложение на диске.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, МУФТА ПРИВОДА ЗАДВИЖКИ, ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМЫ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН.

В проекте разработан технологический процесс механической обработки детали «Муфта привода задвижки» с использованием станка с числовым программным управлением TRENS SBL 300.

Выполнен расчет припусков на обработку поверхностей, подобраны режимы резания на основании рекомендаций производителя инструмента. Рассчитаны нормы времени на изготовление одной детали.

Разработана управляющая программа обработки поверхностей детали

Рассчитаны экономические показатели техпроцесса.

Разработан урок теоретического обучения и тестовое задание к нему.

					ДП 44.03.04.620.ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Сушников А.О.			Проектирование технологического процесса механической обработки детали «Муфта привода задвижки». Пояснительная записка.	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Козлова Т.А.					2	
Н. Контр.		Суриков В.П.				ФГАОУ ВО РГПТУ ИИПО Группа ЗТО-504		
Утв.		Гузанов Б.Н.						

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	7
1.1. Анализ исходных данных.....	7
1.1.1. Служебное назначение детали.....	7
1.1.2. Анализ материала изготовления детали	7
1.1.3. Анализ технологичности конструкции детали	8
1.1.4. Формулирование основных технологических задач.	10
1.1.5. Определение типа производства	11
1.2. Разработка технологического процесса механической обработки.....	12
1.2.1. Выбор заготовки.....	14
1.2.2. Экономический расчет себестоимости заготовки	15
1.2.3. Выбор технологических баз и разработка схем базирования	17
1.2.5. Выбор средств технологического оснащения.....	21
1.3. Технологические расчеты	32
1.3.1. Расчет припусков на механическую обработку.....	32
1.3.2. Назначение режимов резания	38
1.3.3. Расчет технических норм времени	41
1.3.4. Расчет силы зажима	44
2. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	47
2.1. Описание системы ЧПУ	47
2.1.1. Описание программного обеспечения ShopTurn.....	47
2.2. Описание управляющей программы	49
3. ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ	57

3.1. Расчет коэффициента загрузки оборудования.	57
3.2. Определение капитальных вложений	58
3.3. Расчет технологической себестоимости детали	58
4. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	69
4.1. Условия организации и проведения учебного процесса.....	69
4.2. Анализ профессионального стандарта.....	70
4.3. Разработка учебно-тематического плана обучения.....	73
4.4. Разработка перспективно тематического плана обучения по теме «Основы программирования обрабатывающих центров с числовым программным управлением.....	77
4.5. Разработка занятия по теме «Ручное программирование движения инструмента G-код».....	78
4.6. Разработка теста для оценки усвоения нового материала учениками	86
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	88
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	89
Приложение А	92
Приложение Б	93
Приложение В.....	94
Приложение Г	97

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение, поставляющее новую технику всем отраслям промышленности, определяет технический прогресс страны и оказывает решающее влияние на создание материальной базы нового общества. В связи с этим его развитию всегда придавалось первостепенное значение.

Комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, переоснащение машиностроительных предприятий современными металлорежущими станками, типизация и стандартизация технологических процессов, повсеместное внедрение в практику технологического проектирования электронных вычислительных машин привели к переоценке существовавших методов проектирования технологических процессов.

Основными задачами дипломного проекта являются:

- проектирование нового технологического процесса механической обработки детали «Муфта привода задвижки».
- разработка управляющей программы для ОЦ TRENS SBL 300
- определение экономических показателей проекта;
- разработка методики переподготовки рабочих с профессии «Токарь» на «Оператор-наладчик станков с ЧПУ».

Данный технологический процесс разрабатывался с учетом возможности его последующего внедрения на предприятии АО «Дитсманн». Это предприятие представляет собой сеть филиалов, находящихся на территориях тепловых электростанций по всему миру. Изготавливая деталь «муфта привода задвижки» в механическом цехе, АО «Дитсманн» сможет обеспечить все филиалы обслуживающие тепломеханическое оборудование данными деталями, необходимыми для ремонта задвижек и приводов.

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Анализ исходных данных

На данном этапе проводится изучение исходной информации (базовой, руководящей и справочной), выполним технологическую подготовку, которая включает в себя описание служебного назначения, анализ технологичности конструкции детали, определение типа производства и сформулируем основные технологические задачи.

1.1.1. Служебное назначение детали

Деталь «Муфта привода задвижки» служит для передачи вращения от ручного привода к червяку редуктора задвижки либо схожей запорной арматуры высокого давления. Пазы шириной 8 мм предназначены для переключения и фиксации механизма управления задвижкой «электродвигатель/ручное». На шлицы Ø49.5 устанавливается штурвал, который фиксируется стопорным кольцом, размещенным в паз Ø36. Отверстие Ø12.5 предназначено для центровки и направления движения регулировочного болта. В отверстии Ø26 осуществляется перемещение соединительной муфты регулировочного болта и вала червяка. При установке механизма управления задвижкой «электродвигатель/ручное» в ручное управление полумуфта кулачками 130° зацепляется с ответной муфтой на валу червяка тем самым способствуя передачи движения от штурвала к приводу.

1.1.2. Анализ материала изготовления детали

Деталь – «Муфта привода» изготавливается из материала Сталь 35Л ГОСТ 977-88

Сталь 35Л – Сталь для отливок нелегированная углеродистая. Данные по химическому составу данной стали представлены в таблице 1. Механические свойства стали сформированы в таблице 2.

					ДП 44.03.04.620.ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 1 - Химический состав стали Сталь 35Л по ГОСТ 977-88

Массовая доля, %							
С	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.32-0.4	0.2-0.52	0.4-0.9	До 0.3	До 0.045	До 0.04	До 0.3	До 0.3

Таблица 2 – Механические свойства стали 35Л при T=20°C

Сортамент	Размер	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	KCU
	мм	МПа	Мпа	%	%	кДж/м2
Отливки, К30, ГОСТ 977-88	До 100	491	275	15	25	343

Также другие характеристики Стали 35Л:

Термообработка: Нормализация 860 – 880°C, Отпуск 600 – 630°C;

Твердость материала: HB 10⁻¹ = 137 - 229 МПа;

Склонность к образованию усадочных раковин, K_{у.р.}: 1,2;

Жидкотекучесть, K_{жт.}: 1,0;

Линейная усадка, %: 2.2 - 2.3;

Склонность к образованию усадочной пористости, K_{у.п.}: 1,0.

Проведя анализ Стали 35Л можно сделать вывод что материал соответствует служебному назначению детали.

1.1.3. Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности конструкции изделия выполняется в двух направлениях:

- Качественная оценка технологичности детали;
- Количественный анализ детали.

Целями данного анализа является: повышение производительности предприятия; снижение затрат и сокращение времени на технологическую подготовку производства.

Качественный анализ детали

• Конструкция детали муфта привода имеет следующие технологические достоинства:

- допускает обработку поверхностей на проход;
- свободный доступ к обрабатываемым поверхностям;
- достаточные по размерам и положению базовые поверхности;
- достаточную жесткость, что не ограничивает режимы резания;
- допуски предусмотрены только по размерам посадочных поверхностей;
- конфигурация детали позволяет применить более точные методы изготовления заготовки;
- обоснованы требования точности и формы детали.

К недостаткам конструкции детали можно отнести следующее:

- перепад диаметров Ø48 и Ø26, и Ø26 и Ø12.5 т.к. в ступенчатых отверстиях рекомендуется делать более точную ступень сквозной;
- 6 глухих шлицевых отверстий;
- деталь состоит из поверхностей разного вида, требующих разных методов обработки.

Количественный оценка технологичности детали

Количественная оценка технологичности детали осуществляется по данным показателям:

Коэффициент использования материала

$$K_{\text{им}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}}, \quad (1)$$

где $M_{\text{д}}$ – масса детали по чертежу, кг;

$M_{\text{з}}$ – масса материала, расходуемого на изготовление детали, кг;

Рассчитаем коэффициент использования материала по формуле 1:

$$K_{\text{им}} = \frac{0,72}{1,12} = 0,64.$$

В результате анализа конструкции детали, можно сделать вывод что деталь является технологичной

					ДП 44.03.04.620.ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.1.4. Формулирование основных технологических задач.

В процессе анализа чертежа детали определяются основные технологические задачи, которые можно разделить на 4 типа:

- Точность размеров
- Точность формы
- Точность взаимного расположения
- Качество поверхностного слоя
- Физико-механические свойства поверхностного слоя


Для данной детали представлены следующие требования, которые формулируют в технологические задачи.


Обеспечить:

Точность размеров:

- отверстия Ø26H8;
- отверстия Ø48H11;
- ширины шлицев 11.5e8 мм и наружного диаметра шлицев Ø49.5e8 мм;
- остальные по H12, h12h IT2/2.

Точность взаимного расположения поверхностей:

- допуск радиального биения 49.5 относительно базы В отверстия Ø26 в пределах 0.05 мм. 

- допуск симметричности шлицев b=11.5 относительно базы Г Ø49.5 в пределах 0.05 мм. 

Качество поверхностного слоя:

- боковой поверхности пазов 8 мм, отверстие Ø48 мм – по Ra 3.2;
- Ø49.5 мм, поверхности шлицев шириной 11.5 мм – по Ra 2.5;
- отверстие Ø26 мм по Ra 0.6
- остальные поверхности по Ra 6.3

Физико-механические свойства поверхностного слоя

- твердость поверхностного слоя детали HB 143 – 179.

					ДП 44.03.04.620.ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При разработке технологического процесса будет подбираться оборудование, инструмент и оснастка, обеспечивающие выполнение сформулированных задач.

1.1.5. Определение типа производства

Объем годового выпуска деталей «Муфта привода» -5000 шт. Масса детали-0,72 кг. Выбираем тип производства по таблице 3. Производство среднесерийное.

Серийное производство — это форма организации производства, для которой характерен выпуск изделий большими партиями (сериями) с установленной регулярностью выпуска. Это самый распространенный тип производства в машиностроении.

Партия или производственная партия — это группа заготовок одного наименования и типоразмера, запускаемых в обработку одновременно или непрерывно в течение определённого интервала времени.

Так же серийное производство имеет 3 подтипа:

- мелкосерийное;
- среднесерийное;
- крупносерийное.

Таблица 3 – Зависимость типа производства от объема годового выпуска и массы детали

Масса детали, кг	Объем годового выпуска деталей, шт.				
	Тип производства				
	Единичное	Мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное	Массовое
<1,0	<10	10-2000	1500-100000	75000-200000	200000

Каждому типу производства присущи различные технологические характеристики. Разберем более подробно характеристики серийного производства. В отличие от единичного производства где повторяемость партий отсутствует и

массового где производство ведется непрерывно в серийном производстве выполняется периодическая повторяемость партий. В серийном производстве используют: специальные либо переналаживаемые приспособления, а также специальный и универсальный режущий и измерительный инструмент. Станки обычно уже настроенные, в отличие от массового типа производства автоматы практически не используются. Для серийного производства характерны следующие виды заготовок: прокат, отливки, штамповки. Квалификация рабочих может быть различной, в отличие от единичного производства где от рабочих требуется высокая квалификация.

После определения типа производства необходимо определить его организационно-технологическую характеристику. При этом необходимо: определить форму организации производственного процесса; рассчитать такт выпуска изделий или величины партий их запуска в производство.

Согласно ГОСТ 14.312-74, форма организации может быть поточной и групповой. В нашем случае мы имеем дело с групповой организацией производства. Количество деталей в партии (n, шт.) для одновременного выпуска определяется упрощенным способом по формуле:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{5000 \cdot 3}{254} = 59 \text{ шт}, \quad (2)$$

где: N- программа выпуска деталей, шт.

α - периодичность запуска, в днях (3 дня);

254 – количество рабочих дней в году.

Из расчета следует, что количество деталей в партии для одновременного выпуска принимается равным 59 шт, с периодичностью запуска в 3 дней, при количестве рабочих дней в году 254.

1.2. Разработка технологического процесса механической обработки

Технологический процесс механической обработки — это часть производственного процесса, непосредственно связанная с изменением формы, размеров

					ДП 44.03.04.620.ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

или свойств обрабатываемой заготовки, выполняемая в определенной последовательности.

Технологический процесс состоит из ряда операций.

Операцией называется законченная часть технологического процесса обработки одной или нескольких одновременно обрабатываемых заготовок, выполняемая на одном рабочем месте одним рабочим или бригадой. Операция начинается с момента установки заготовки на станок и включает всю последующую ее обработку и снятие с станка. Операция является основным элементом при разработке, планировании и нормировании технологического процесса обработки заготовок. Операцию выполняют за одну или несколько установок заготовки.

Установка — часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок. В установке выделяют отдельные позиции заготовки.

Позиция — фиксированное положение, занимаемое закрепленной заготовкой совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования для выполнения определенной части операции.

Технологическая операция может быть выполнена за один или за несколько переходов.

Переходом называется часть операции, которая характеризуется постоянством режущего инструмента, режима обработки и обрабатываемой поверхности. В свою очередь, переход может подразделяться на более мелкие элементы технологического процесса — проходы. В процессе прохода снимается слой материала без изменения настройки станка.

Разработка всех указанных элементов технологического процесса во многом зависит от характера заготовки и величин припусков на ее обработку.

Заготовка — это предмет производства, из которого изменением формы, размеров, шероховатости и свойств материала изготовляют деталь. Заготовки производят в литейных цехах (отливки), кузнечных (поковки, штамповки) или в

заготовительных (нарезают из проката). Способ производства заготовок зависит от конструктивных требований к деталям, свойств материала и т. д.

При разработке технологического процесса очень важно правильно выбрать технологические (установочные и измерительные) базы. [28]

1.2.1. Выбор заготовки

Исходные данные:

- масса детали 0,72кг;
- материал Сталь 35Л ГОСТ 977-88
- годовое число отливок 5000 шт.

При изготовлении данной детали выбираем способ получения заготовки – отливка по выплавляемым моделям. [7, с.42]

Литье по выплавляемым моделям, широко применяемое в машиностроении при изготовлении тонкостенных сложных по конфигурации отливок, является наиболее распространенным методом получения мелких художественных отливок.

Эффективность производства и область применения. Исходя из производственного опыта, можно выделить следующие преимущества способа литья в оболочковые формы по выплавляемым моделям:

- возможность изготовления из практически любых сплавов отливок сложной конфигурации, тонкостенных, с малой шероховатостью поверхности, высоким коэффициентом точности по массе, минимальными припусками на обработку резанием, с резким сокращением отходов металла в стружку;

- возможность создания сложных конструкций, объединяющих несколько деталей в один узел, что упрощает технологию изготовления машин и приборов;

- возможность экономически выгодного осуществления процесса в единичном (опытном) и серийном производствах, что важно при создании новых машин и приборов;

- уменьшение расхода формовочных материалов для изготовления отливок, снижение материалоемкости производства;

- улучшение условий труда и уменьшение вредного воздействия литейного процесса на окружающую среду.

Наряду с преимуществами данный способ обладает и следующими недостатками:

- процесс изготовления литейной формы является многооперационным, трудоемким и длительным;

- большое число технологических факторов, влияющих на качество формы и отливки, и соответственно связанная с этим сложность управления их качеством;

- большая номенклатура материалов, используемых для получения формы (материалы для моделей, суспензии, обсыпки блоков, опорные материалы);

- сложность манипуляторных операций изготовления моделей и форм, сложность автоматизации этих операций;

1.2.2. Экономический расчет себестоимости заготовки

Сравним два метода получения заготовки: литье по выплавляемым моделям и литье в кокиль.

1-й этап: Расчет коэффициента использования материала.

Коэффициент использования материала рассчитан в разделе 1.1.3.

2-й этап. Расчет стоимости заготовок (в рублях) с учетом ее черновой обработки.

Расчет стоимости заготовки производится по формуле:

$$C_3 = M * C_M - M_0 * C_0 + C_{3.ч} * t_{шт-к} \left(1 - \frac{C_{ц}}{100}\right), \quad (3)$$

где M – масса исходного материала на одну заготовку, кг ($M = 1,14$ кг);

C_M – оптовая цена на материал, р;

M_0 – масса отходов материала, кг ($M_0 = 0,42$ кг);

C_0 – цена одного кг отходов, р;

$C_{3.ч}$ – средняя часовая зарплата рабочих по тарифу, р./ч;

$T_{\text{шт-к}}$ – штучное время черновой обработки заготовки, ч

$C_{\text{ц}}$ – цеховые накладные расходы.

Реальные цены для расчета стоимости заготовки возьмем с сайта «Пульс цен» [27]

$C_0 = 2847$ р/т [27], отсюда 2,85 р/кг;

$C_{\text{м}} = 33000$ р/т [27], отсюда цена за кг = 33 р/кг;

Часовые тарифные ставки рабочих станочников примем по действующим на предприятии и занесем в их в таблицу.

Таблица 4 – Часовые тарифные ставки рабочих-станочников РММ СФ АО «Dietsmann»

Разряд	Часовая тарифная ставка, р/ч.
2	145,56
3	148,57
4	151,23
5	155,90
6	160,23

$C_{\text{з.ч.}} = 151-23$ р/ч.

Цеховые накладные расходы, принятые в СФ АО «Dietsmann»:

$C_{\text{ц}} = 95\%$, включая расходы на обслуживание и ремонт оборудования.

Выполним расчет себестоимости заготовки по формуле 3 для метода литья по выплавляемым моделям:

$C_3 = 1.12 * 33 - 0.40 * 2,85 + 151,23 * 3,78 (1 + 95 / 100) = 730,38$.

Выполним расчет себестоимости заготовки по формуле 3 для метода литья в кокиль:

$C_3 = 1.64 * 33 - 0.92 * 2,85 + 151,23 * 5,76 (1 + 95 / 100) = 1032,93$.

Годовой экономический эффект вычисляется по формуле

$$\mathcal{E}_3 = (C_{31} - C_{32}) * N, \quad (4)$$

где C_{31}, C_{32} – стоимости сопоставляемых заготовок, р;

N – годовая программа выпуска деталей, шт.

Выполним расчет экономического эффект по формуле 4:

$$\mathcal{E}_3 = (1032,23 - 730,38) * 5000 = 1512766 \text{ р.}$$

Полученные данные внесем в таблицу 4.

Таблица 5 – Сравнение вариантов получения заготовки

Общие исходные данные	Наименование показателя	Отливки по выплавляемым моделям	Отливка в кокиль
Материал детали –35Л Масса детали –0.72 кг Годовая программа –5000 шт. Количество деталей в партии –59 шт Тип производства - средне-серийное	Вид заготовки Класс точности Масса заготовки, кг Стоимость 1т заготовок, р Стоимость 1т стружки, р Коэффициент использования материала, $K_{им}$	Отливка 8 1,12 652125 2847 0,64	Отливка 9 1,64 630740 2847 0,43

На основе сделанных расчетов можно сделать вывод, что литье по выплавляемым моделям является более экономическим выгодным методом получения заготовки.

1.2.3. Выбор технологических баз и разработка схем базирования

При механической обработке заготовок на станках базированием принято считать придание заготовке требуемого положения относительно элементов станка.

Базирование решает задачи взаимной ориентации деталей и узлов при сборке и обработке заготовок на станках.

При разработке технологического процесса и выборе баз следует учитывать необходимость соблюдения основных принципов базирования:

Принцип совмещения баз - при назначении технологических баз для обеспечения более точной обработки необходимо совмещать измерительные и технологические базы.

Принцип постоянства баз - при разработке технологических процессов необходимо стремиться к тому, чтобы одна и также поверхность (по возможности) была использована в качестве базы.

Принцип последовательной смены баз - если не удастся разработать технологический процесс (выполняемый при одной установке заготовки), тогда в качестве следующей базы необходимо использовать поверхность (ранее уже обработанную) точность которой должна быть выше.

Выделяют основные и вспомогательные базы, черновые и чистовые. Основной технологической базой является отв. Ø26H8, поверхности наружных диаметров Ø59,5, Ø49,5e8, Ø31H12. К вспомогательным базам относят торцы детали.

К черновым базам относят поверхности, которые используют на первых операциях, когда отсутствуют обработанные поверхности.

В нашем случае черновой базой будет Ø31H12 и левый торец детали за который деталь зажимается в пневматический трехкулачковый патрон основного шпинделя. Деталь лишена пяти степеней свободы, следовательно, базирование неполное. Схема чернового базирования показана на рисунке 1.

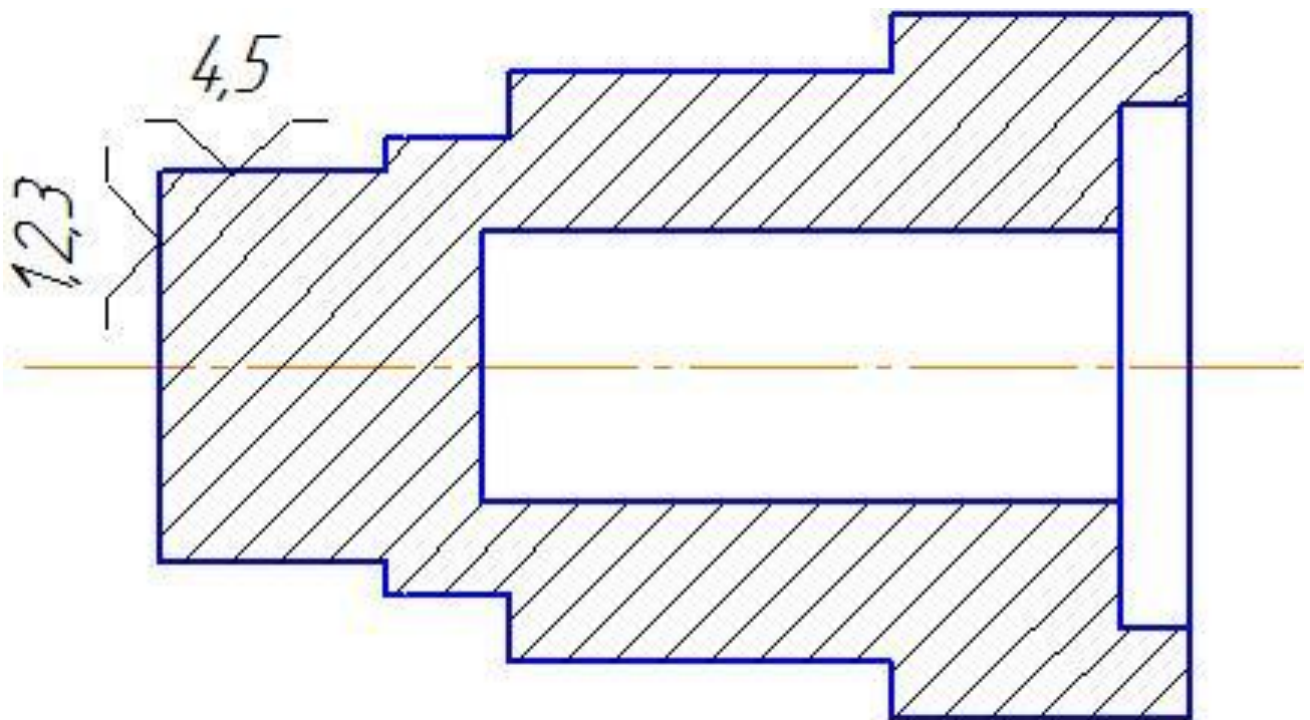


Рисунок 1 – Схема базирования. Операция 010 Комплексная с ЧПУ.

Установ А и В.

Чистовая база – это обработанная поверхность, на которую устанавливается деталь при обработке. В нашем случае чистовыми базами являются Ø59,5H12 и

правый торец детали. Деталь зажимается в патрон противопинделя с упором в правый торец детали. Деталь лишена пяти степеней свободы, значит, базирование неполное. Схема чистового базирования представлена на рисунке 2.

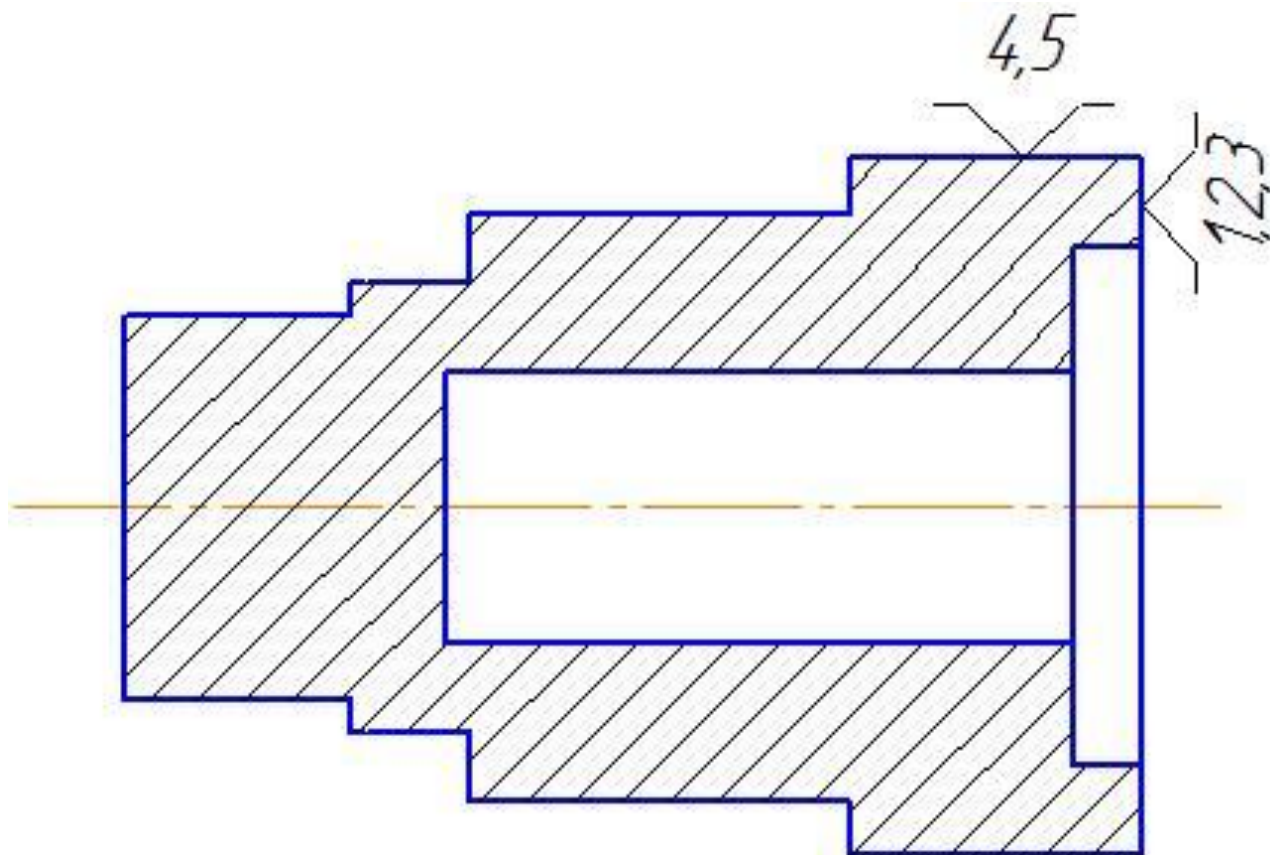


Рисунок 3 – Схема базирования. Операция 010 Комплексная с ЧПУ. Установ Б.

Базирование детали обеспечивает выполнение всех технологических задач и выполняет требования основных принципов базирования.

1.2.4. Составление технологического маршрута обработки детали

Маршрут обработки деталей устанавливает последовательность операций обработки резанием, а также содержание и место термических, гальванических, слесарных и контрольных операций. Как справочный материал при проектировании маршрута могут быть использованы типовые, групповые или рабочие заводские технологические процессы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.620.ПЗ

Лист

18

При разработке маршрутного технологического процесса надо учитывать заводской опыт и рекомендации литературных источников по разделу технологического процесса на этапы, которые объединяют технологические методы примерно равных по точности и качеству обработки поверхностей.

Для удобства составления маршрута обработки на рисунке 3 присвоим каждой обрабатываемой поверхности номер.

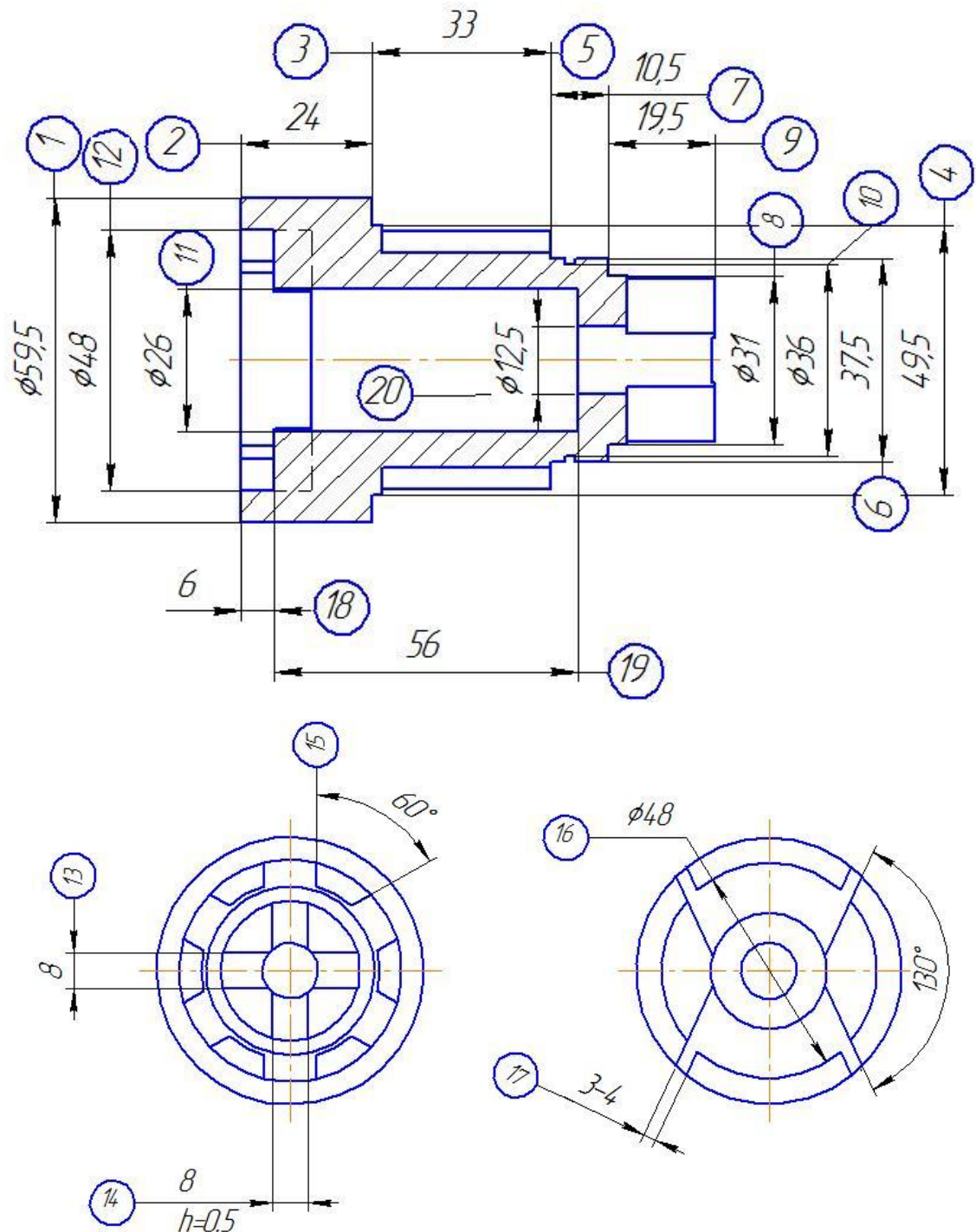


Рисунок 3 – Нумерация поверхностей детали

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.620.ПЗ

Лист

19

Разработанный маршрут обработки детали и представлен в таблице 6.

Таблица 6 - Маршрут обработки детали «муфта привода»

Наименование операции	Переход	Метод обработки	Квалитет	Шероховатость	Обрабатываемая поверхность
010 Комплексная с ЧПУ	Установ А	-	-	-	-
	Переход 1	Точение поверхности	12	Ra 6.3	1,2
	Установ Б	-	-	-	-
	Переход 1	Точение поверхности	12, 8 (пов.4)	Ra 6.3, Ra 2.3 (пов. 4)	3,4,5,6,7,8,9
	Переход 2	Точение паза	12	Ra 6.3	10
	Переход 3	Растачивание отверстия	12	Ra 6.3	20
	Позиция 1. Переход 4	Фрезерование паза	12	Ra 3.2	14
	Позиция 2. Переход 5	Фрезерование паза	12	Ra 3.2	13
	Позиции 2-19 Переход 6-23	Фрезерование шлицев	8	Ra 2.5	15
	Установ В				
	Переход 1	Растачивание	12	Ra 3.2	11,12,18,19
		Растачивание тонкое	8	Ra 0,63	11
	Переход 2	Фрезерование «кулачков» концевой фрезой Ф8	12	Ra 6.3	16,17
	Переход 3	Фрезерование «кулачков» концевой фрезой Ф4	12	Ra 6.3	18

Данный маршрут обработки детали позволяет обеспечить заданную точность детали по всем размерам и параметрам шероховатости. Так же данная обработка выполняется за одну операцию на комплексном обрабатывающем центре одним рабочим, что представляет экономическую выгоду для предприятия.

1.2.5. Выбор средств технологического оснащения

К средствам технологического оснащения относятся: технологическое оборудование (в том числе контрольное и испытательное); технологическая

оснастка (в том числе инструменты и средства контроля); средства механизации и автоматизации технологических процессов.

Выбор технологического оборудования (станков) определяется: методом обработки; возможностью обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхности изготавливаемой детали; габаритными размерами заготовок и размерами обработки; мощностью, необходимой на резание; производительностью и себестоимостью в соответствии с типом производства; возможностью приобретения и ценой станка; удобством и безопасностью работы станка.

При разработке технологического процесса обработки детали «Муфта привода задвижки» было принято решение использовать токарный обрабатывающий центр с противошпинделем TRENS SBL 300, представленный на рисунке 4.



Рисунок 4 – изображение станка TRENS SBL 300

Станок применяется в среднем и крупносерийном производстве для точной обработки простых деталей или заготовок сложной конфигурации.

Наличие подвижного противошпинделя позволяет выполнять комплексную обработку и финишные операции на одном станке, что экономит время изготовления и повышает точность заготовки. Таким образом эксплуатация станка

приносит повышение производительности и существенное понижение капитальных затрат. Большая вариабельность модульной концепции станка позволяет составить станок по индивидуальному заказу от простого 3-х осевого токарного станка до высокопроизводительного 9-ти осевого токарного обрабатывающего центра для комплексного автоматического рабочего режима.

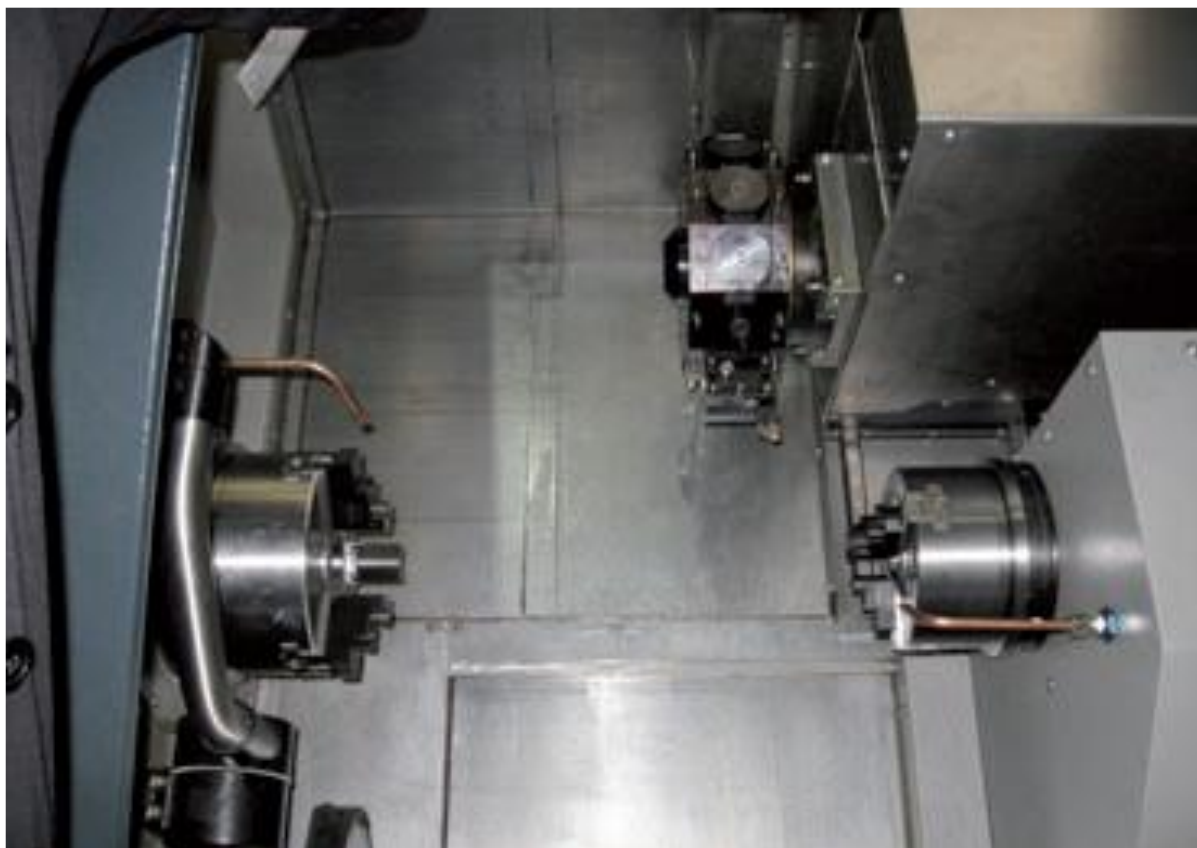


Рисунок 5 – рабочая зона станка

Отличительными особенностями данного обрабатывающего центра являются:

- Высокопродуктивная, очень точная обработка простых деталей и заготовок сложного профиля
- Постоянный процесс резки с высокой степенью повтора циклов обработки
- Дистанционная диагностика и мониторинг данных
- Модульная концепция станка позволяет составить станок по индивидуальному заказу согласно технологическим требованиям производства

- Возможность использовать различные виды инструментальных систем по стандарту VDI без привода или с приводом вращающегося инструмента и осью «Y»

- Большой выбор вариантов исполнения и оснастки – разные виды зажимных устройств, питатели прутков, уловители деталей, измерительные зонды инструмента, автоматическое открывание двери, система отсасывания пара рабочей зоны

- Новые технологии в области приводов с целью экономии электроэнергии.

На рисунке 6 изображено расположение осей станка TRENS SBL 300.

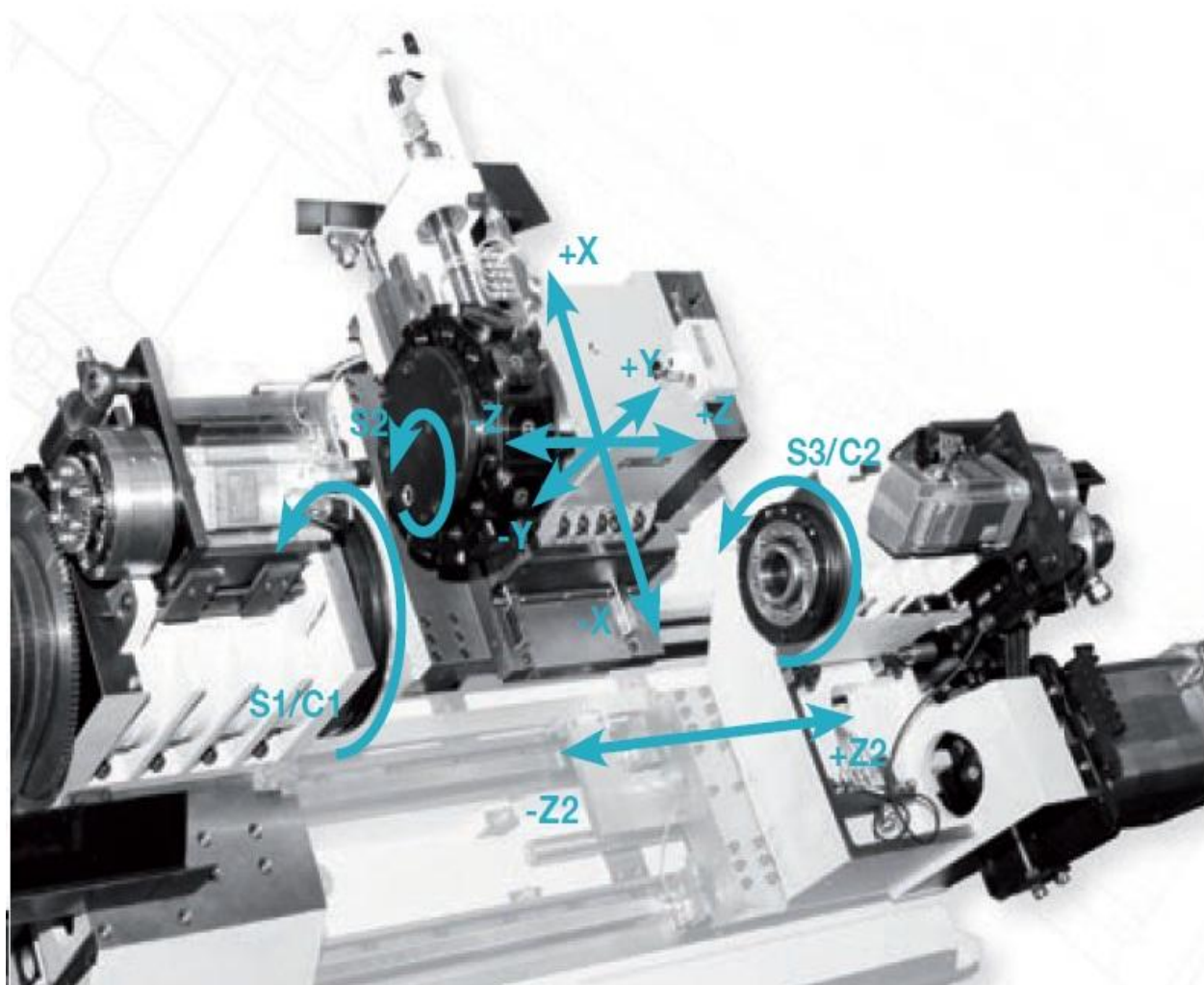


Рисунок 6 – Расположение осей станка

Обработка центр TRENS SBL 300 обладает техническими характеристиками, представленными в таблице 7.

Таблица 7 - Технические характеристики станка

Наименование	Ед. измерения	Величина
1	2	3
Наибольший диаметр обработки	мм	530
Длина точения в патронах	мм	485
Диаметр шпинделя под передними подшипниками	мм	100
Наибольший диаметр прутковой заготовки	мм	51
Отверстие в главном шпинделе	мм	65
Максимальная частота вращения шпинделя	мин ⁻¹	5000
Зажим главного шпинделя	мм	210
Мощность электродвигателя основного привода	кВт	11
Диапазон подач поперечного суппорта по оси X	мм.мин ⁻¹	1-10000
Ускоренная подача поперечного суппорта по оси X	мм.мин ⁻¹	24000
Рабочий ход по оси X	мм	198
Диапазон подач поперечного суппорта по оси Y	мм.мин ⁻¹	1-5000
Ускоренная подача поперечного суппорта по оси Y	мм.мин ⁻¹	7500
Рабочий ход по оси Y	мм	+/- 40
Диапазон подач продольного суппорта по оси Z	мм.мин ⁻¹	1-10000
Ускоренная подача продольного суппорта по оси Z	мм.мин ⁻¹	30000
Рабочий ход по оси Z	мм	550
Непрерывный контроль по оси C	°	0-360 шаг 0,001
12-ти позиционная радиальная револьверная головка SAUTER с осью Y и приводом вращающегося инструмента:		
Количество позиций инструмента	шт	12
Количество вращающихся позиций инструмента	шт	12
Диаметр вала	мм	25
Максимальное поперечное сечение резца	мм	20x20
Мощность двигателя вращающегося инструмента	кВт	1,5
Максимальная частота вращения	мин ⁻¹	6000
Отверстие в противושпинделе	мм	57
Диаметр шпинделя под передними подшипниками	мм	80

Окончание таблицы 7

1	2	3
Максимальная частота вращения противопинделя	мин ⁻¹	5000
Диаметр патрона противопинделя	мм	170
Мощность электродвигателя привода противопинделя	кВт	9
Габариты станка		
Высота	мм	1820
Ширина	мм	2020
Длина	мм	3320
Масса станка	кг	около 4000
Система управления	Siemens 840D	

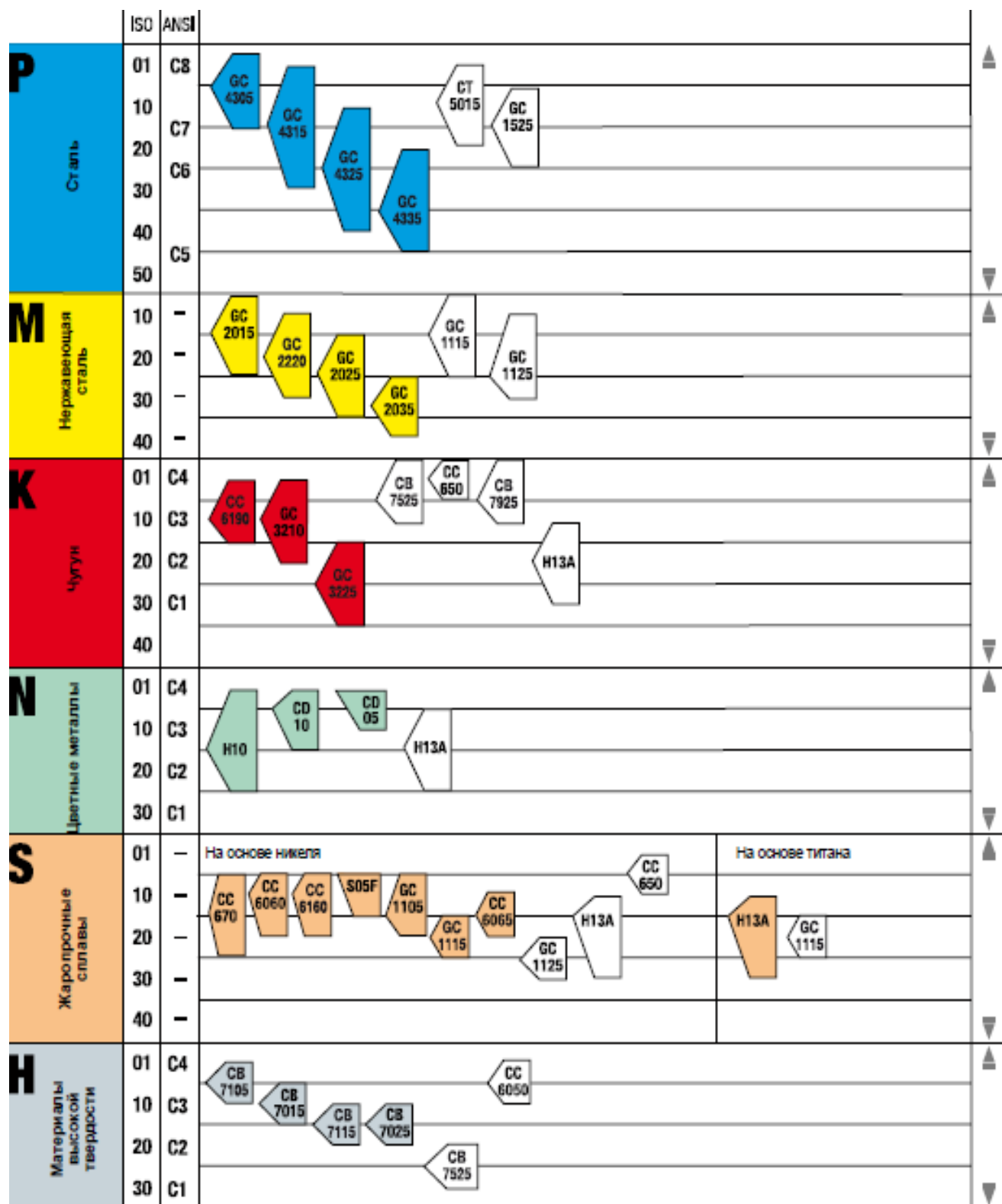
Выбор металлорежущего инструмента производится на основе:

- Обеспечение эффективного резания
- Точность формы и размеров обрабатываемой детали
- Обеспечение заданного качества поверхности
- Максимальный объем труда
- Минимальная себестоимость
- Соответствия оборудованию
- Соответствия обрабатываемому материалу

Режущий инструмент выбирался по каталогам: Sandvik Coromant Solid Tools 2018, Sandvik Coromant Turning Tools 2018.

Для выбора инструмента необходимо рассмотреть таблицу соответствия режущих пластин и обрабатываемого материала. Таблица соответствия представлена на рисунке 7. Проанализировав таблицу можно сделать вывод, что для обработки «Муфта привода задвижки» подходят сплавы GC4305, GC4315, GC4325, GC4335.

Производитель режущего инструмента присваивает каждому изделию маркировку. Пример обозначения маркировки представлен на рисунках 8, 9, 10.



Положение и размер многоугольника с таркой сплава характеризует область применения этого сплава.

Центр области применения

Рекомендуемая область применения

▲ Износостойкость

▼ Прочность

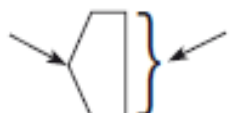
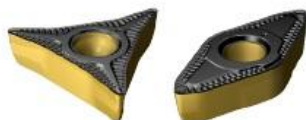


Рисунок 7 – Таблица соответствия обрабатываемого материала и сплавов режущего инструмента производителя Sandvik

CoroTurn® Prime

Система обозначения пластин



CP	A	11	08	M5	W	4325
1	2	3	4	5	6	7

1 Семейство CoroTurn Prime

CP

2 Тип пластины

A = Вариант для легкой обработки и профильной обработки
B = Вариант для черновой обработки

3 Размер пластины, IC

11 = 11 мм

4 Радиус при вершине

04 = 0,4 мм

08 = 0,8 мм

5 Геометрия пластины

L5 = Чистовая

M5 = Получистовая

6 W = Wiper (при наличии)

W

7 Сплав

4325

Рисунок 8 - Система обозначения режущих пластин семейства CoroTurn Prime производителя Sandvik

Державка QS™



QS	CP	25	B	R	2020		11	B
1	2	3	4	5	6	7	8	9

1 Тип соединения (и размер для Coromant Capto)

C4 = Capto, размер 4

QS = QS

2 Семейство продукции

3 Угол в плане

25 = 25 градусов, KAPR

30 = 30 градусов, KAPR

4 Тип пластины

A = Вариант для легкой обработки и профильной обработки

B = Вариант для черновой обработки

5 Положение режущей кромки

R = Правое исполнение

L = Левое исполнение

6 Размер державки

2020 = размер державки HxB мм

6 Размер WF Capto

WF = Для размеров Capto WF (2 знака)

7 Размер LFX Capto

LFX = Для размеров Capto LF (3 знака)

8 Размер пластины, IC

11 = 11 мм

9 Тип подвода СОЖ

A = Высокоточный подвод СОЖ (верхний)

B = Высокоточный подвод СОЖ (нижний)

C = Высокоточный подвод СОЖ (верхний и нижний)

Нет буквы = Без СОЖ

Рисунок 9 - Система обозначения державок производителя Sandvik

Рассмотрев предложения производителей по каталогам был выбран режущий инструмент, позволяющий обработать деталь согласно всем технологическим требованиям

Данный инструмент представлен в таблице 8.

					ДП 44.03.04.620.ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

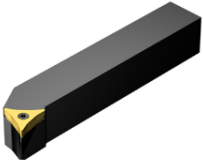
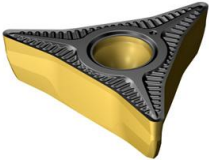
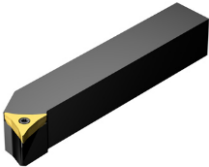
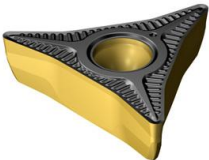

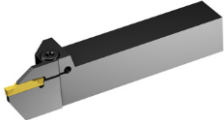
Система обозначения фрез CoroMill® Plura

2	S	3	4	0	- 1200	- 200	-	M	A	1640
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11



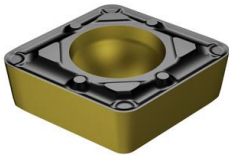

1 Серия 1: Универсальные решения 2: Оптимизированные решения	5 Код для инструментов одного типа с различающимися значениями вспомогательных параметров
2 Геометрия вершины S: Концевая, с радиусом при вершине, с возможностью сверления F: Концевая, с радиусом при вершине, без возможности сверления P: Концевая, с возможностью сверления N: Концевая, без возможности сверления B: Со сферическим концом C: Фрезы для обработки фасок H: Фрезы для работы с большой подачей U: Фрезы для обработки радиусных фасок T: Для фрезерования поверхностей тел вращения	6 Диаметр фрезы (DC) в 1/100 мм. Например: 1200 = 12.00 мм
3 Угол подъёма стружечной канавки 0: $0^\circ < FNA \leq 15^\circ$ 1: $15^\circ < FNA \leq 25^\circ$ 2: $25^\circ < FNA \leq 35^\circ$ 3: $35^\circ < FNA \leq 45^\circ$ 4: $45^\circ < FNA \leq 55^\circ$ 5: $55^\circ < FNA \leq 65^\circ$	7 Радиус при вершине, фаска или галтель в 1/100 мм. Например: радиус при вершине 200 = 2 мм. Например: фаска 045 = 45°
4 Диапазон допустимых глубин резания (APMX/DC) 0: 0-0.5 x DC 1: 0.6-1.0 x DC 2: 1.1-1.5 x DC 3: 1.6-2.0 x DC 4: 2.1-2.5 x DC 5: 2.6-3.0 x DC 6: 3.1-3.5 x DC 7: 3.6-4.0 x DC 8: 4.1-5.0 x DC 9: > 5.0 x DC	8 Подвод СОЖ - Без подвода СОЖ C: Внутренний радиальный подвод СОЖ A: Внутренний осевой подвод СОЖ
	9 Группы обрабатываемых материалов по ISO P: ISO P K: ISO K M: ISO M S: ISO S H: ISO H N: ISO N O: ISO O X: Универсальные фрезы
	10 Хвостовик A: Цилиндрический B: Weldon C: Цилиндрический с шейкой D: Weldon с шейкой Y: iLock F: iLock с шейкой G: Хвостовик уменьшенного диаметра
	11 Сплав

Рисунок 10 – Система обозначения фрез семейства CoroMill Plura
производителя Sandvik

Таблица 8 – Перечень применяемого режущего инструмента при обработке детали «Муфта привода задвижки».

№ переходов	Инструмент	Изображение	Размер	Примечание
1	2	3	4	5
Установ А. Переход 1.	Резец проходной	<p>Sandvik Coromant CP-30AR-2020-11</p>  <p>Пластина Sandvik Coromant CP-A1104-L5 Сплав GC4325</p> 	<p>L= 125 мм H= 20 мм φ= 30</p>	T1
Установ Б. Переход 1.	Резец проходной	<p>Sandvik Coromant CP-30AL-2020-11</p>  <p>Пластина Sandvik Coromant CP-A1104-L5 GC4325</p> 	<p>L= 125 мм H= 20 мм φ= 30</p>	T2
Установ Б. Переход 2.	Резец для обработки канавок	<p>Пластина Sandvik Coromant N123E2-0185-0001-GF</p>  <p>Державка Sandvik Coromant LF123F20-2020D</p> 	<p>L=125 мм H=20 Глубина резания=20мм В резца=1.9мм</p>	T3

Окончание таблицы 8

1	2	3	4	5
Установ Б. Переход 3-22. Установ В. Переход 2-3.	Фреза концевая	Sandvik Coromant 2P342-0800-PA 	D=8 мм Z= 4 L1= 57 мм Глубина резания =18 мм	T4
Установ В. Переход 4-5.	Фреза концевая	Sandvik Coromant 2P342-0400-PA 	D=4 мм Z= 4 L1= 57 мм Глубина резания =9 мм	T5
Установ В. Переход 1.	Резец расточной	Пластина Sandvik Coromant CCMT060204-WF  Державка Sandvik Coromant E10M-SCLCL06-R 	L=220 мм Макс вылет инструмента = 120 мм	T6

Выбранный инструмент выбран верно, т.к. позволяет обеспечить выполнение всех технологических задач.

Деталь будет зажиматься в пневматические трехкулачковые патроны основного шпинделя и противошпинделя

1.3. Технологические расчеты

1.3.1. Расчет припусков на механическую обработку

Припуски могут быть общие, операционные и промежуточные[24].

Промежуточный - припуск, удаляемый при выполнении одного технологического перехода.

Операционный - припуск, удаляемый при выполнении одной технологической операции.

Общий - припуск, который удаляется в процессе механической обработки поверхности для получения заданных чертежом размеров, и определяются разностью размеров исходной заготовки и детали. Общий припуск равен сумме операционных припусков. На припуск устанавливают допуск.

Расчет припусков может выполняться двумя методами:

Расчетно-аналитический метод определения припусков подразумевает собой анализ факторов, влияющих на формирование припуска.

Опытно – статистический (табличный) метод расчета. Суть данного метода заключается в определении припуска на основе государственных стандартов, в данном случае ГОСТ Р 53464-2009.

Выполнение расчётно-атлантического метода определения припусков.

Рассчитаем припуск для обработки отверстия Ø26H8 со следующим технологическим маршрутом:

Для удобства восприятия информации сведем все данные в одну таблицу 9.

Таблица 9 – Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам

Технологические переходы обработки отверстия Ø26H8(+0,033)	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2 \cdot Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер D_p , мм	Допуск δ , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припуска, мм	
	Rz	h	p	ε				D_{\min}^{np}	D_{\max}^{np}	$2 \cdot Z_{\min}^{np}$	$2 \cdot Z_{\max}^{np}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заготовка	32	100	430			24,747	1,10	23,64	24,74		
Растачивание предварительное	15	20	21.5	40	2 * 563	25,873	0,210	25,663	25,873	1,113	1,993

Окончание таблицы 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Растачивание тонкое	2,5	5	0,86	40	2 * 80	26,033	0,033	26,000	26,033	0,16	0,337
Итого:										1,293	2,33

Значение R_z и h определяются по таблице 7 [18, с 182].

Суммарное значение пространственных отклонений ρ определяется по формуле [4, Таблица 4.7]:

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{эксц}}^2 + \rho_{\text{см}}^2}, \quad (5)$$

Определим значения $\rho_{\text{эксц}}$ по таблице 8 [18, Стр 183].

$\rho_{\text{см}}$ по таблице 9 [18, Стр 184].

$$\rho = \sqrt{0,35^2 + 0,25^2} = 0,43 \text{ мм} = 430 \text{ мкм}.$$

Остаточные пространственные отклонения определяются по формуле:

$$\rho_{i-1} = k_y * \rho_i, \quad (6)$$

где k_y - коэффициент уточнения формы, определяется по таблице 29 [18, с. 190] и равен:

- для однократной обработки $k_y=0.05$;
- для чистовой обработки $k_y = 0.04$.

По формуле 7 определим остаточные пространственные отклонения для каждого перехода:

$$\rho_1 = 0,05 * 430 = 21,5 \text{ мкм};$$

$$\rho_2 = 0,04 * 21.5 = 0.86 \text{ мкм}.$$

Допуски на размеры заготовки назначаются по табличным в соответствии с ГОСТом Р 53464-2009.

Погрешность установки детали на выполняемом переходе определяется по формуле [4 с.74]:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (7)$$

где ε_6 - погрешность базирования;

ε_3 - погрешность закрепления, определяется по таблице 4.11 [4 с.74].

Обработка ведётся с зажимом заготовки в трёхкулачковом самоцентрирующемся патроне, поэтому погрешность базирования $\varepsilon_6 = 0$ [12].

Погрешность закрепления ε_3 принимается с учётом характеристики базовой поверхности, в нашем случае деталь базируется по обработанной поверхности отливки по выплавляемым моделям, значит $\varepsilon_3 = 40$ мкм. Погрешность установки детали для каждого перехода обработки поверхности $\varnothing 26$ одинакова и будет определяться по формуле 7:

$$\varepsilon = \sqrt{0^2 + 40^2} = 40 \text{ мкм.}$$

Рассчитаем минимальные припуски $Z_{i \min}$ на обработку по всем технологическим переходам определяются по формуле [9]:

$$2Z_{i \min} = 2 \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right), \quad (8)$$

Определим минимальный припуск для каждого перехода по формуле 7:

$$2Z_{1 \min} = 2 \left(32 + 100 + \sqrt{430^2 + 40^2} \right) = 2 * 563 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2 \min} = 2 \left(15 + 20 + \sqrt{21.5^2 + 40^2} \right) = 2 * 80 \text{ мкм}$$

Графу «расчетный размер» D_p заполняем, начиная с последнего (расчетного) размера путем последовательного вычитания расчетного минимального припуска каждого перехода.

$$D_{i-1 \max} = D_{i \max} - 2Z_{i \min} \quad (9)$$

Определим расчетный размер для каждого перехода по формуле 9/

$$D_{2 \max} = 26,033 - 2 * 0,080 = 25,873 \text{ мм;}$$

$$D_{1 \max} = 25,873 - 2 * 0,563 = 24,747 \text{ мм.}$$

Допуск Т на заготовку определяется по ГОСТу Р 53464-2009. Допуски Т для технологических переходов определим по таблице 5 [18, с. 11].

Графу наименьшие предельные размеры D_{\min} получаем по всем технологическим переходам, округляя расчетные размеры в большую сторону (или в меньшую). Округление производим до того знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода.

Графу наибольшие предельные размеры D_{\max} получаем путем прибавления допуска T к округленному наименьшему предельному размеру. Результаты заносим в таблицу.

Предельные значения припусков $2Z_{\max}^{\text{пр}}$ и $2Z_{\min}^{\text{пр}}$ рассчитываются по формулам [9]:

$$2Z_{\max}^{\text{пр}} = D_{i \min} - D_{i-1 \min} \quad (10)$$

$$2Z_{\min}^{\text{пр}} = D_{i \max} - D_{i-1 \max} \quad (11)$$

По формуле 10 определим предельные максимальные значения припусков для каждого перехода:

$$2Z_{2\max}^{\text{пр}} = 26,000 - 25,663 = 0,337 \text{ мм};$$

$$2Z_{1\max}^{\text{пр}} = 25,663 - 23,64 = 1,993 \text{ мм}.$$

По формуле 12 определим предельные максимальные значения припусков для каждого перехода:

$$2Z_{2\min}^{\text{пр}} = 26,033 - 25,873 = 0,16 \text{ мм};$$

$$2Z_{1\min}^{\text{пр}} = 25,873 - 24,74 = 1,113 \text{ мм}.$$

Общий максимальный и минимальный припуск рассчитывается из суммы промежуточных припусков на обработку, для удобства запишем результаты внизу в соответствующих графах.

Проверка правильности произведённых расчётов определяется по формуле [9]:

$$2Z_{\max i}^{\text{пр}} - 2Z_{\min i}^{\text{пр}} = T_{i-1} - T_i ; \quad (12)$$

По формуле 12 проверим правильность произведённых расчётов для каждого технологического перехода:

$$1,993 - 1,113 = 1,10 - 0,21;$$

$$0,337 - 0,16 = 0,21 - 0,033;$$

					ДП 44.03.04.620.ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Из равенств следует что расчеты припусков верны.

Общий номинальный припуск $2Z_{0\text{ ном}}$ рассчитаем по формуле:

$$2Z_{0\text{ ном}} = 2Z_{0\text{ min}} + ESD_{\text{заг}} - ESD_{\text{д}}, \quad (13)$$

где $ESD_{\text{заг}}$ и $ESD_{\text{д}}$ – нижнее предельное отклонение диаметра заготовки и детали.

По формуле 13 рассчитаем общий номинальный припуск:

$$2Z_{0\text{ ном}} = 1,293 + 1,2 - 0 = 2,493 \text{ мм.}$$

На рисунке 11 изобразим графическую схему припусков и допусков.

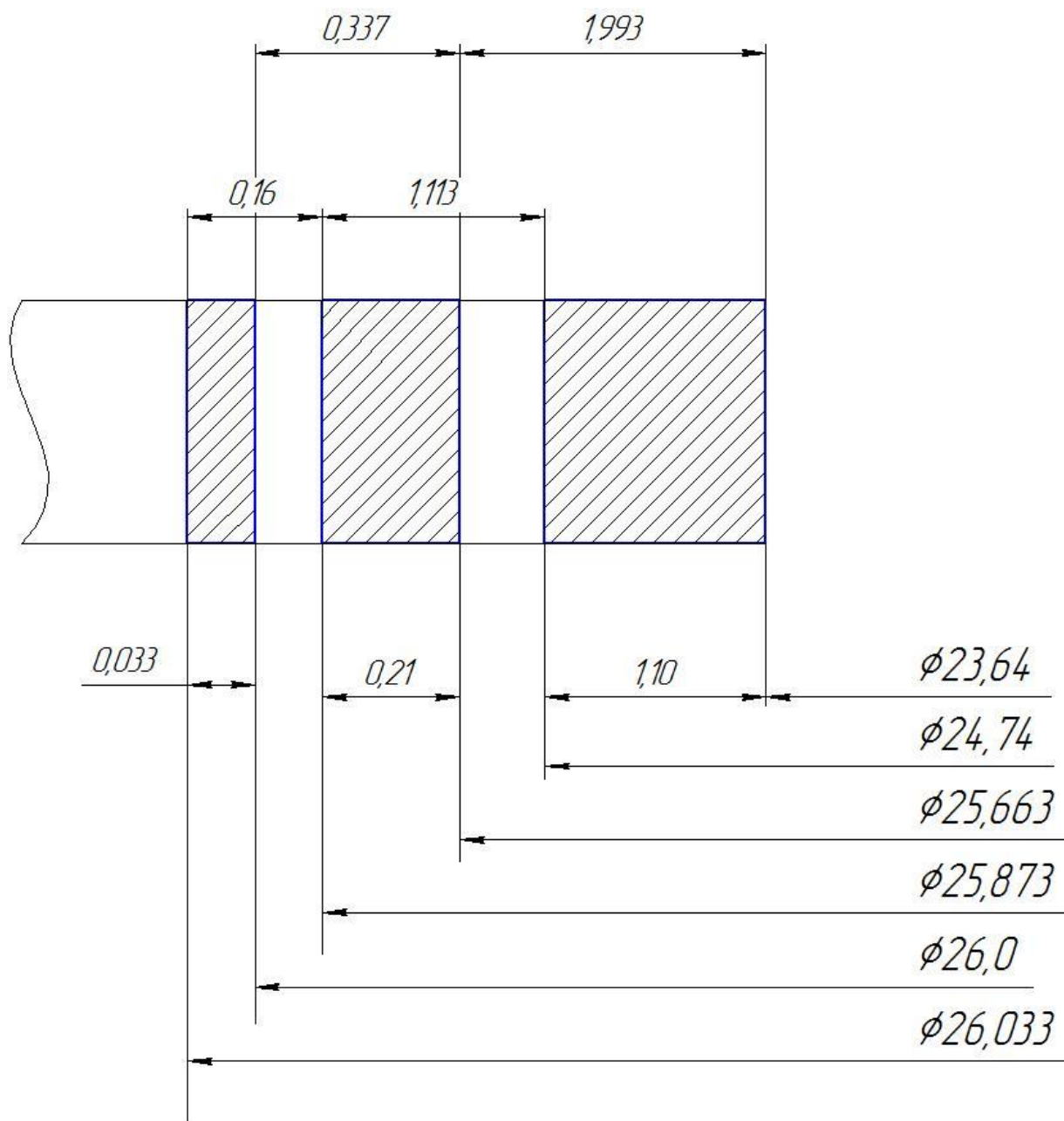


Рисунок 11 – Схема графического расположения припусков и допусков на обработку внутренней поверхности

Припуск на обработку остальных поверхностей определим *по опытно-статистическому методу расчета припусков*. Руководствуясь ГОСТом Р 53464-2009 присвоим каждой поверхности припуск на обработку и занесем полученные данные в таблицу 10.

Таблица 10. Припуски и допуски на механическую обработку поверхностей детали «Муфта привода задвижки»

Поверхность (рисунок 3)	Размер мм	Припуск мм	Допуск мм	Предельное отклонение, мм	
				верхнее	нижнее
1	Φ59,5	1,9	1,2	+0,6	-0,6
2	24	1,7	1,0	+0,5	-0,5
3	24	1,7	1,0	+0,5	-0,5
4	Φ49.5	1,9	1,2	+0,6	-0,6
5	33	1,8	1,1	+0,55	-0,55
6	Φ37.5	1,8	1,1	+0,55	-0,55
7	10,5	1,6	0,9	+0,45	-0,45
8	Φ31	1,8	1,1	+0,55	-0,55
9	19,5	1,7	1,0	+0,5	-0,5
10	Φ36	1,8	1,1	+0,55	-0,55
12	Φ48	1,9	1,2	+0,6	-0,6
13	8	1,5	0,8	+0,4	-0,4
14	8	1,5	0,8	+0,4	-0,4
15	11,5	1,6	0,9	+0,45	-0,45
16	13	1,6	0,9	+0,45	-0,45
17	4	1,3	0,64	+0,32	-0,32
18	6	1,4	0,7	+0,35	-0,35
19	56	1,9	1,2	+0,6	-0,6
20	Φ12.5	1,6	0,9	+0,45	-0,45

На основании расчёта величин припусков, определяются предельные размеры заготовки и окончательно оформляется рабочий чертёж в соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТов.

1.3.2. Назначение режимов резания

Режимы резания – совокупность параметров, определяющих характер протекания процесса механической обработки. К режимам резания относятся: глубина резания (t), подача (S), скорость резания (V) или частота вращения шпинделя станка (n).

Режимы резания оказывают влияние на параметры точности и качества поверхности, стоимость обработки и производительность.

Назначение режимов резания будет проводиться с учетом рекомендаций производителя в каталогах. Примеры рекомендуемых режимов резания изображены на рисунках 12, 13, 14


							
					$a_e = 1.0 \times DC$		
					$a_p = 1.0 \times DC$		
ISO	Код MC	СМС	Обрабатываемый материал	HB	f_z^*	v_c , м/мин	v_c , фут/мин
P	P1.2.Z.AN	01.2	Нелегированная сталь	190	F27	150	492
	P2.2.Z.AN	02.2	Низколегированная сталь	240	F30	120	394
	P3.0.Z.HT	03.21	Высоколегированная сталь	380	F30	80	262

Рисунок 12 - Рекомендуемые режимы резания для концевых фрез
CoroMill Plura производителя Sandvik

где V_c – скорость резания,

a_e – ширина резания,

a_p – глубина резания,

f_z – подача на зуб (по таблице на рисунке)

На основе рекомендуемых режимов резания для данных фрез можно сделать вывод, что данная фреза полностью подходит для фрезерной обработки поверхностей детали.

Рекомендуемые значения подачи

CoroMill® Plura

CoroMill® 316

Метрическое исполнение

DC	mm	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000	6.000	6.350	7.938	8.000
F1	mm/зуб	-	0.0100	0.0200	0.0200	0.0200	0.0400	0.0400	0.0600	0.0600
F2	mm/зуб	-	0.010	0.030	0.040	0.040	0.050	0.050	0.080	0.080
F3	mm/зуб	-	0.020	0.040	0.050	0.060	0.080	0.080	0.120	0.120
F4	mm/зуб	0.010	0.010	0.020	0.020	0.020	0.030	0.030	0.050	0.050
F5	mm/зуб	0.010	0.010	0.020	0.030	0.030	0.040	0.040	0.070	0.070
F6	mm/зуб	-	0.020	0.030	0.040	0.050	0.070	0.070	0.100	0.100
F7	mm/зуб	0.010	0.020	0.030	0.050	0.060	0.080	0.080	0.120	0.120
F8	mm/зуб	0.010	0.010	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.040	0.040
F9	mm/зуб	0.010	0.010	0.020	0.020	0.020	0.040	0.040	0.060	0.060
F10	mm/зуб	-	0.020	0.020	0.030	0.040	0.060	0.060	0.080	0.080
F11	mm/зуб	0.015	0.020	0.030	0.040	0.050	0.060	0.060	0.100	0.100
F12	mm/зуб	0.035	0.060	0.080	0.100	0.130	0.180	0.180	0.260	0.260
F13	mm/зуб	-	-	0.016	0.024	0.032	0.072	0.076	0.095	0.096
F14	mm/зуб	-	-	0.012	0.018	0.024	0.060	0.064	0.079	0.080
F15	mm/зуб	-	-	0.008	0.012	0.016	0.036	0.038	0.048	0.048
F16	mm/зуб	-	-	-	-	-	0.072	0.076	0.086	0.086
F17	mm/зуб	-	-	-	-	-	0.060	0.064	0.071	0.072
F18	mm/зуб	-	-	-	-	-	0.036	0.038	0.048	0.048
F19	mm/зуб	-	-	-	-	-	0.070	0.070	0.080	0.080
F20	mm/зуб	-	-	-	-	-	0.060	0.060	0.060	0.060
F21	mm/зуб	-	-	-	-	-	0.040	0.040	0.050	0.050
F22	mm/зуб	-	0.020	0.040	0.040	0.040	0.072	0.072	0.110	0.110
F23	mm/зуб	-	0.030	0.060	0.070	0.070	0.100	0.100	0.170	0.170
F24	mm/зуб	-	0.040	0.070	0.070	0.110	0.150	0.150	0.200	0.200
F25	mm/зуб	-	0.010	0.010	0.010	0.020	0.020	0.020	0.030	0.030
F26	mm/зуб	-	0.010	0.020	0.020	0.030	0.040	0.040	0.060	0.060
F27	mm/зуб	-	-	0.020	0.024	0.028	0.035	0.036	0.042	0.043
F28	mm/зуб	-	-	0.024	0.030	0.036	0.047	0.049	0.058	0.059
F29	mm/зуб	-	-	0.028	0.035	0.041	0.054	0.056	0.067	0.067

Рисунок 13 - Рекомендованные значения подачи для концевых фрез

CoroMill Plura производителя Sandvik

На основе таблиц назначаем режимы резания для концевой фрезы Ф8 мм, которые будут равняться: $V_c - 150$ м/мин, $a_e - 8$ мм, $a_p - 8$ мм, $f_z - 0,43$ мм/зуб.

Аналогичные таблицы для назначения режимов резания для резцовых пластин.

Сталь	Твердость по Бринеллю	<<<< ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ			
		CT5015	GC1525	GC4305	GC4315
		$f_{\text{рез}}, \text{мм} \approx \text{подача } f_n, \text{мм/об}$			
		0.05-0.1-0.2	0.05-0.1-0.2	0.1-0.4-0.8	0.1-0.4-0.8
Обрабатываемый материал	HB	Скорость резания (V_c), м/мин			
Нелегированная сталь					
C = 0.1–0.25%	125	650-540-440	560-465-380	620-450-330	570-405-300
C = 0.25–0.55%	150	380-245-180	495-415-335	560-405-295	510-365-265
C = 0.55–0.80%	170	510-425-340	430-365-295	530-385-275	460-330-240
Низколегированная сталь (легирующих элементов ≤5%)					
Незакаленная	180	480-400-320	375-320-255	610-410-285	560-370-260
Подшипниковая сталь	210	-	-	530-350-250	460-305-215
Закаленная и отпущенная	275	285-235-190	200-165-135	330-230-175	300-210-155
Закаленная и отпущенная	350	230-190-150	160-135-110	265-185-140	240-170-125
Высоколегированная сталь (легирующих элементов >5%)					
Отожженная	200	395-330-250	260-215-175	445-295-215	405-270-200
Инструментальная сталь	325	195-165-130	140-115-90	220-140-105	200-130-95
Сталь (отливки)					
Нелегированная	180	260-215-175	225-185-145	335-235-185	300-215-170
Низколегированная (легир. эл-тов ≤5%)	200	270-225-170	175-145-105	290-205-155	260-185-140
Высоколегированная (легир. эл-тов >5%)	225	200-165-125	140-115-85	225-150-115	205-135-105

Рисунок 14 – Рекомендуемые режимы резания для резцовых пластин

CoroTurn 107

Так же для определения числа оборотов шпинделя (инструмента) необходимо применить формулу

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (14)$$

где V – скорость резания, м/мин.

D – диаметр обрабатываемой детали (инструмента) мм.

Выбрав режимы резания и проведя расчет количества оборотов в минуту, сведем все данные в таблицу 11.

Таблица 11 – Параметры режимов резания на каждую поверхность (рисунок 3).

Поверхность (рис. 3)	Режущий инструмент	t, мм	i	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	S _м мм/мин
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Пластина Sandvik CP-A1104-L5	1,9	1	0,2	250	1340	268
2	Пластина Sandvik CP-A1104-L5	1,7	1	0,2	250	1340	268
3	Пластина Sandvik CP-A1104-L5	1,7	1	0,2	250	1610	322

Окончание таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8
4	Пластина Sandvik CP-A1104-L5	1,9	1	0,10	300	1930	193
5	Пластина Sandvik CP-A1104-L5	1,8	1	0,2	250	1610	322
6	Пластина Sandvik CP-A1104-L5	1,8	1	0,2	250	2125	425
7	Пластина Sandvik CP-A1104-L5	1,6	1	0,2	250	2125	425
8	Пластина Sandvik CP-A1104-L5	1,8	1	0,2	250	2570	514
9	Пластина Sandvik CP-A1104-L5	1,7	1	0,2	250	2570	514
10	Пластина Sandvik N123E2-0185-0001-GF	1,5	1	0,07	165	1400	98
11	Пластина Sandvik CCMT060204-WF	1,0	2	0,07	300	3675	257,3
12	Пластина Sandvik CCMT060204-WF	1,9	1	0,2	300	1095	219
13	Фреза концевая Sandvik 2P342-0800-PA	8	2	0,172	120	4770	820,44
14	Фреза концевая Sandvik 2P342-0800-PA	0,5	1	0,172	120	4770	820,44
15	Фреза концевая Sandvik 2P342-0800-PA	5,5	24	0,172	120	4770	820,44
16	Фреза концевая Sandvik 2P342-0800-PA	7	2	0,172	120	4770	820,44
17	Фреза концевая Sandvik 2P342-0400-PA	7	8	0,112	75	5975	669,2
18	Пластина Sandvik CCMT060204-WF	1,4	1	0,2	300	1095	219
19	Пластина Sandvik CCMT060204-WF	1,9	1	0,2	300	3675	735
20	Пластина Sandvik CCMT060204-WF	1,6	1	0,2	200	5095	1019

Инструмент полностью удовлетворяет технологические задачи и позволяет обрабатывать поверхности за 1 проход.

1.3.3. Расчет технических норм времени

В среднесерийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени [9, с99]:

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} ; \quad (15)$$

где $T_{п-з}$ – подготовительно заключительное время на операцию;

n – количество деталей в партии, $n = 59$ шт;

$T_{шт}$ – штучное время, мин.

Штучное время $T_{шт}$ рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = t_o + t_b + t_{об} + t_{от}, \quad (16)$$

где t_o – основное (машинное) время, мин;

t_b – вспомогательное время, мин;

$t_{об}$ – время на обслуживание рабочего места, мин;

$t_{от}$ – время перерывов на отдых и личные надобности, мин;

Вспомогательное время:

$$t_b = t_{yc} + t_{зо} + t_{уп} + t_{изм} \quad (17)$$

где t_{yc} – время на установку и снятие детали, мин;

$t_{зо}$ – время на закрепление и открепление детали, мин;

$t_{уп}$ – время на приемы управления, мин;

$t_{изм}$ – время на измерение детали, мин.

Время на обслуживание рабочего места:

$$t_{об} = t_{тех} + t_{орг}; \quad (18)$$

где $t_{тех}$ – время на техническое обслуживание (примем за 6% от $t_{оп}$) [7, с 93];

$t_{орг}$ – время на организационное обслуживание (примем за 8% от $t_{оп}$). [7, с 93].

Основное (машинное) время, мин [18]:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_m}, \quad (19)$$

где L – расчетная длина, мм;

i – число ходов.

S_m – минутная подача, мм/об.

Расчетная длина, мм [18]:

$$L = l_o + l_{вр} + l_{пер} \quad (20)$$

где l_o – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_{вр}$ – длина резания инструмента, мм;

$l_{пер}$ – длина перебега инструмента, мм.

Пользуясь данными формулами рассчитаем нормы времени обработки для Установа А. Переход 1.

По формуле 20 вычислим расчетную длину:

$$L = 3,75 + 24 + 4,5 = 32,25 \text{ мм.}$$

По формуле 19 рассчитаем основное машинное время:

$$t_o = \frac{32,25 * 1}{268} = 0,113 \text{ мин,}$$

Время на установку выведем по таблице из карты №3 [13] ($t_{yc} = 0,13$ мин).

Время на измерение выведем по таблице из карты №15, листа 5 [13] ($t_{из} = 0,08$ мин).

Время на приемы управления выведем по таблицы из карты №27 [13] ($t_{уп} = 0,03$ мин).

Вспомогательное время рассчитаем по формуле 17:

$$t_b = 0,13 + 0,03 + 0,08 = 0,24 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитаем основное и вспомогательное время для других переходов и сформируем таблицу 12.

Время на обслуживание, отдых и подготовительно-заключительное рассчитываются в целом на операцию.

Таблица 12 – Технические нормы времени обработки детали «Муфта привода задвижка»

010 Операция комплексная с ЧПУ										
Время Переход	t_o	t_b			$t_{об}$		$t_{от}$	$t_{шт}$	$t_{п-з}$	$t_{шт-к}$
		t_{yc}	$t_{уп}$	$t_{из}$	$t_{тех}$	$t_{орг}$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Операция 010 Комплексная с ЧПУ	2,892	3,41	0,09	2,36	0,53	0,7	0,35	10,332	35,75	10,927
Установ А. Переход 1	0,113	0,13	0,03	0,08						
Установ Б. Переход 1	0,246	2,68	0,03	0,32						
Переход 2	0,015			0,08						

Окончание таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Переход 3	0,10			0,08						
Переход 4	0,058			0,16						
Переход 5	0,14			0,16						
Переход 6-23	1,14			0,72						
Установ В. Переход 1	0,54	0,6	0,03	0,54						
Переход 2	0,2			0,16						
Переход 3	0,44			0,14						

1.3.4. Расчет силы зажима

Обработка детали «муфта привода» ведется в трехкулачковом патроне с пневматическим зажимом. Данный патрон является комплектующим в станке в стандартном пакете.

Для расчета требуемого усилия зажим рассчитаем максимальную силу резания по формуле:

$$P_z = 10C_p t^x S^y V^n K_p, \quad (21)$$

где t – глубина резания, мм;

S – Подача, мм/об;

V – Скорость резания, м/мин;

Постоянная C_p и показатели степеней указаны в таблице 22 [19, с 22]

Коэффициент K_p рассчитывается по формуле:

$$K_p = K_{mp} K_{\lambda p} K_{\gamma p} K_{\phi p} K_{rp}, \quad (22)$$

где $K_{\phi p}$ коэффициент зависимости от главного угла в плане;

$K_{\gamma p}$ коэффициент зависимости от переднего угла;

$K_{\lambda p}$ коэффициент зависимости от наклона главного лезвия;

K_{rp} коэффициент зависимости от радиуса при вершине.

Числовые значения данных коэффициент приведены в таблицах 9 и 23 [19, с. 264,275]

По формуле 22 рассчитаем коэффициент K_p :

$$K_p = 0,977 * 1,0 * 1,15 * 1,08 * 0,87 = 1,05.$$

По формуле 21 рассчитаем силу резания при точении:

$$P_z = 10 * 300 * 1,9^1 * 0,2^{0,75} 250^{-0,15} * 1,05 = 781,89.$$

Схема зажима детали на станке изображена на рисунке 15.

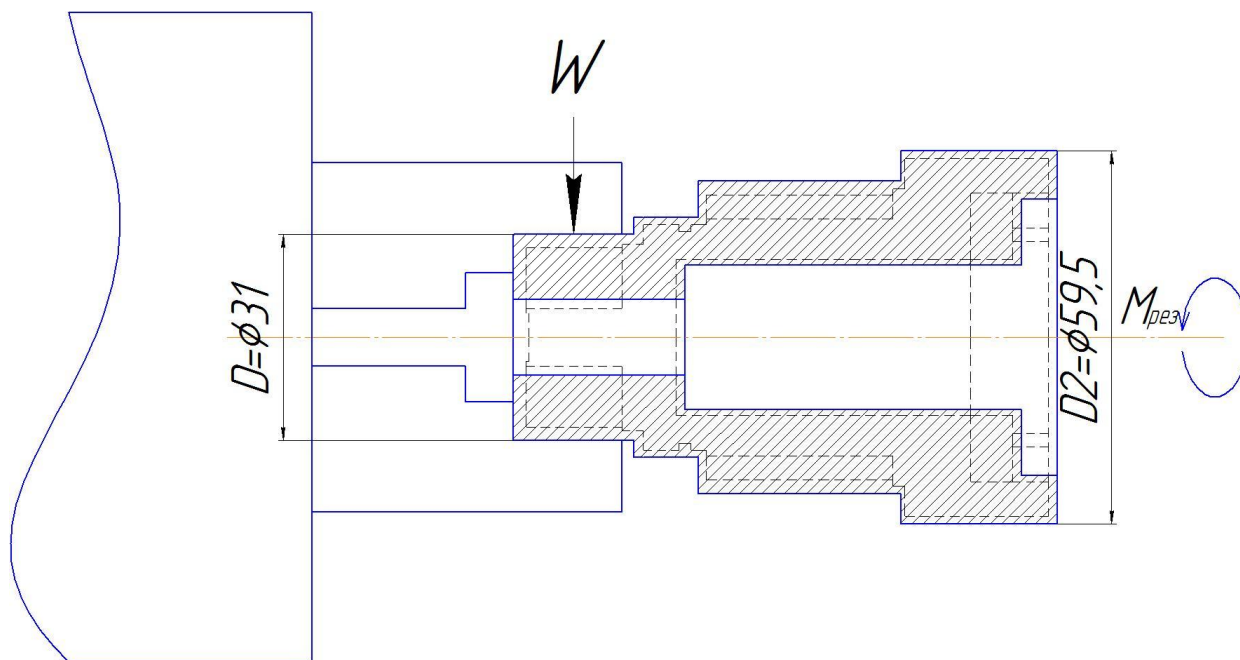


Рисунок 15 – Схема зажима детали в трехкулачковом патроне.

Силу зажима заготовки рассчитаем по формуле:

$$W = \frac{KM_{рез}}{3fR_1} \quad (23)$$

где W – сила зажима заготовки;

K – коэффициент запаса

$M_{рез}$ – момент резания;

f – коэффициент в трения в паре сталь+сталь ($f = 0,16$ [18]).

Коэффициент запаса K рассчитывается по формуле:

$$K = K_0 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 \quad (24)$$

где $K_0 = 1,5$; $K_1 = 1,2$; $K_2 = 1$; $K_3 = 1$; $K_4 = 1$; $K_5 = 1$.

Рассчитаем коэффициент запаса K по формуле 24:

$$K = 1,5 * 1,2 * 1 * 1 * 1 * 1 = 1,7$$

Рассчитаем момент резания $M_{рез}$:

$$M_{рез} = P_z * R_2 = 781,89 * 0,029 = 23,26 \text{ Н} * \text{м}.$$

По формуле 23 рассчитаем силу зажима заготовки W :

$$W = \frac{1,7 * 23,26}{3 * 0,16 * 0,018} = 4576,62 \text{ Н}$$

На основе проведенных расчетов и паспортных данных станка, можно сделать вывод что данные трехкулачковый патрон полностью обеспечивает надёжное закрепление заготовки.

					ДП 44.03.04.620.ПЗ	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Описание системы ЧПУ

SINUMERIK 840D — полностью цифровая система для практически всех типов применений. Это системная платформа с прогрессивными функциями.

Совместно с цифровым преобразователем SIMODRIVE 611D и ПЛК SIMATIC S7-300 SINUMERIK 840D представляет полностью цифровую систему, которая подходит для сложных задач обработки и демонстрирует высокий уровень динамики и точности.

Во всем мире SINUMERIK 840D применяется для токарной обработки, сверления, фрезерования, шлифования, лазерной обработки, порезки, перфорации, изготовления оснастки и инструмента, как система управления прессами, для высокоскоростного раскроя материалов, обработки древесины и стекла, транспортировки, складских задач.

Масштабируемость аппаратного и программного обеспечения — как в области ЧПУ, так и в области управления — создает отличные предпосылки для использования SINUMERIK 840D во многих областях. Возможности распространяются от простых задач позиционирования до сложных многоосевых установок.

Задачи 5-ти осевой обработки, к примеру, фрезерование поверхностей свободной формы, с помощью этой системы управления могут решаться просто и удобно.

2.1.1. Описание программного обеспечения ShopTurn.

ShopTurn это комплексное решение на базе СЧПУ для токарной технологии в режиме производства. Наряду с обширным пакетом циклов она предлагает множество практических функций отладки (к примеру, измерение детали или инструмента) и функции обработки данных.

					ДП 44.03.04.620.ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Программное обеспечение управления и программирования ShopTurn предназначено для обработки деталей на токарных станках с одним суппортом. При этом ShopTurn поддерживает и опции станка – ось С и встречный шпиндель.

ShopTurn предлагает оператору станка все для быстрого и простого перехода от чертежа к детали.

ShopTurn поддерживает 3 различных метода программирования:

Программы в G-кодах, создаваемые на внешних устройствах,
к примеру, импортированные из систем CAD/CAM.

Программы в G-кодах, создаваемые непосредственно на станке. При программировании G-кодов доступны все технологические циклы.

Программы рабочих операций , создаваемые непосредственно на станке (поставляется как опция).

Особенностями ShopTurn является:

- наглядное представление программы в программе рабочих операций (опция);
- простое использование для токарных функций, выполняемых вручную;
- динамический графический ввод для элементов контура и циклов;
- мощный контурный вычислитель для ввода свободного контура;
- автоматическое генерирование движений подвода и отвода в зависимости от позиции инструмента и типа обработки;
- возможность размещения собственных циклов и изображений пользователя.

ПО ShopTurn имеет следующие функции:

- программирование рабочих операций (опция);
- функция Manual machine (опция);
- управление инструментом ShopTurn;
- одновременная запись (опция);
- определение остаточного материала и обработка карманов контура и резание (опция);

- 3D симуляция готовой детали (опция);
- наезд на жесткий упор (опция) при использовании встречного шпинделя
- синхронный шпиндель (опция) при использовании встречного шпинделя;
- функция Transmit (опция) и преобразование краевой поверхности (опция) при использовании вращающихся инструментов;
- доступ к внешним программам через сетевое соединение или CFcard(опция).,

2.2. Описание управляющей программы

Таблица 13 – Код токарной обработки: Операция 010 Комплексная с ЧПУ. Установ А. Переход 1; Установ Б. Переход 1 и Установ В. Переход 1.

Программный код кадра	Описание
1	2
Установ А. Переход 1.	
T = «T1»	Выбор инструмента под маркировкой «T1»
G90 G54 G95 G97 s1340 m4 m8	Выбор абсолютного позиционирования; Привязка «0» детали; скорость подачи в мм/об; постоянная скорость вращения шпинделя в об/мин; скорость вращения шпинделя; вращение шпинделя против часовой стрелки; подача СОЖ
G0 x26 z1	Ускоренное перемещение в точку
G1 f 0.2 x26 z0	Рабочее движение с подачей
G1 f0.2 x59.5 z0	Рабочее движение с подачей
G1 f0.2 x59.5 z-24	Рабочее движение с подачей
G1 f0.2 x100 z-24	Рабочее движение с подачей
M6	Смена инструмента
Установ Б. Переход 1.	
T = «T2»	Выбор инструмента под маркировкой «T2»
G90 G55 G95 G97 s514 m3 m8	Выбор абсолютного позиционирования; Привязка «0» детали в протившпинделе; скорость подачи в мм/об; постоянная скорость вращения шпинделя в

Продолжение таблицы 13

1	2
	об/мин; вращение шпинделя по часовой стрелке; подача СОЖ
G0 x12 z0	Ускоренное перемещение в точку
G1 f0.2 x12 z-1	Рабочее движение с подачей
G1 f0.2 x31 z-1	Рабочее движение с подачей
G1 f0.2 x31 z-19.5	Рабочее движение с подачей
G97 s425	Постоянная скорость вращения шпинделя в об/мин; скорость вращения шпинделя;
G1 f0.2 x37.5 z-19.5	Рабочее движение с подачей
G1 f0.2 x37.5 z-30	Рабочее движение с подачей
G97 s322	Постоянная скорость вращения шпинделя в об/мин; скорость вращения шпинделя;
G1 f0.2 x49.5 z-30	Рабочее движение с подачей
G97 S193	Постоянная скорость вращения шпинделя в об/мин; скорость вращения шпинделя;
G1 f0.2 x49.5 z-63	Рабочее движение с подачей
G97 s322	Постоянная скорость вращения шпинделя в об/мин; скорость вращения шпинделя;
G1 f0.2 x59.5 z-63	Рабочее движение с подачей
G0 m9 x120	Ускоренное перемещение в точку
M6	Смена инструмента
Установ В. Переход 1.	
T = «T6»	
G90 G54 G97 s1095 m4 m8	Выбор абсолютного позиционирования; Привязка «0» детали; скорость подачи в мм/об; постоянная скорость вращения шпинделя в об/мин; вращение шпинделя против часовой стрелки; подача СОЖ
G0 x120 z1	Ускоренное перемещение в точку
G0 x48 z1	Ускоренное перемещение в точку
G1 f0.2 x48 z-6	Рабочее движение с подачей
G1 f0.2 x25.84 z-6	Рабочее движение с подачей
G1 f0.2 x25.84 z-62	Рабочее движение с подачей

Окончание таблицы 13

1	2
G97 s3675	Постоянная скорость вращения шпинделя в об/мин; скорость вращения шпинделя;
G1 f0.2 x12.5 z-62	Рабочее движение с подачей
G97 s5095	Постоянная скорость вращения шпинделя в об/мин; скорость вращения шпинделя;
G1 f0.2 x12.5 z-87	Рабочее движение с подачей
G97 s3675	Постоянная скорость вращения шпинделя в об/мин; скорость вращения шпинделя;
G0 x12 z-87	Ускоренное перемещение в точку
G0 x12 z1	Ускоренное перемещение в точку
G0 x26 z1	Ускоренное перемещение в точку
G1 f0.07 x26 z-62	Рабочее движение с подачей
G0 m9 x12 z1	Ускоренное перемещение в точку
M6	Смена инструмента

Большое количество переходов было разработано с помощью программного обеспечения ShopTurn.

Например, на рисунке 16 изображено диалоговое окно цикла перехвата детали противощпинделем.

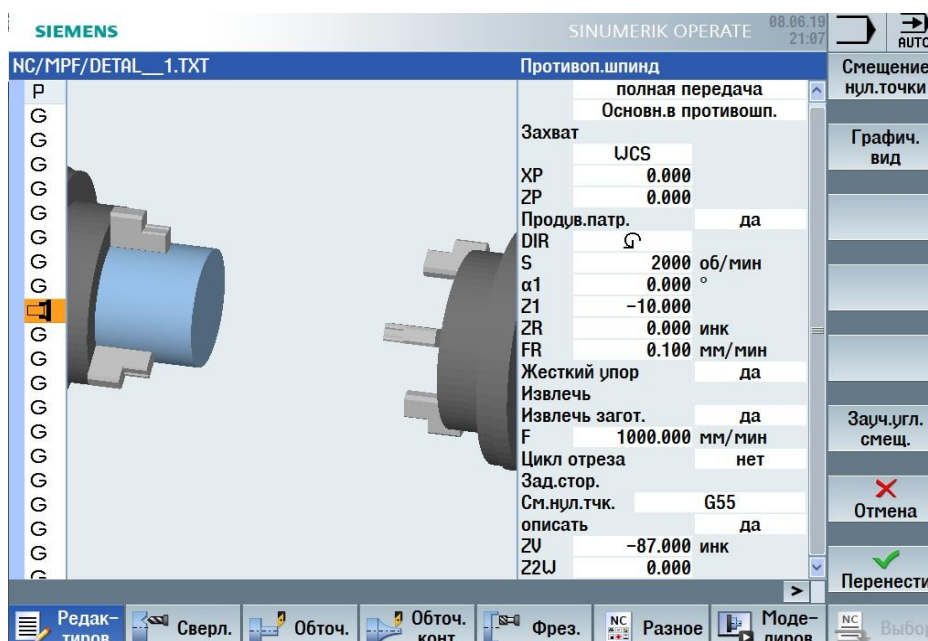
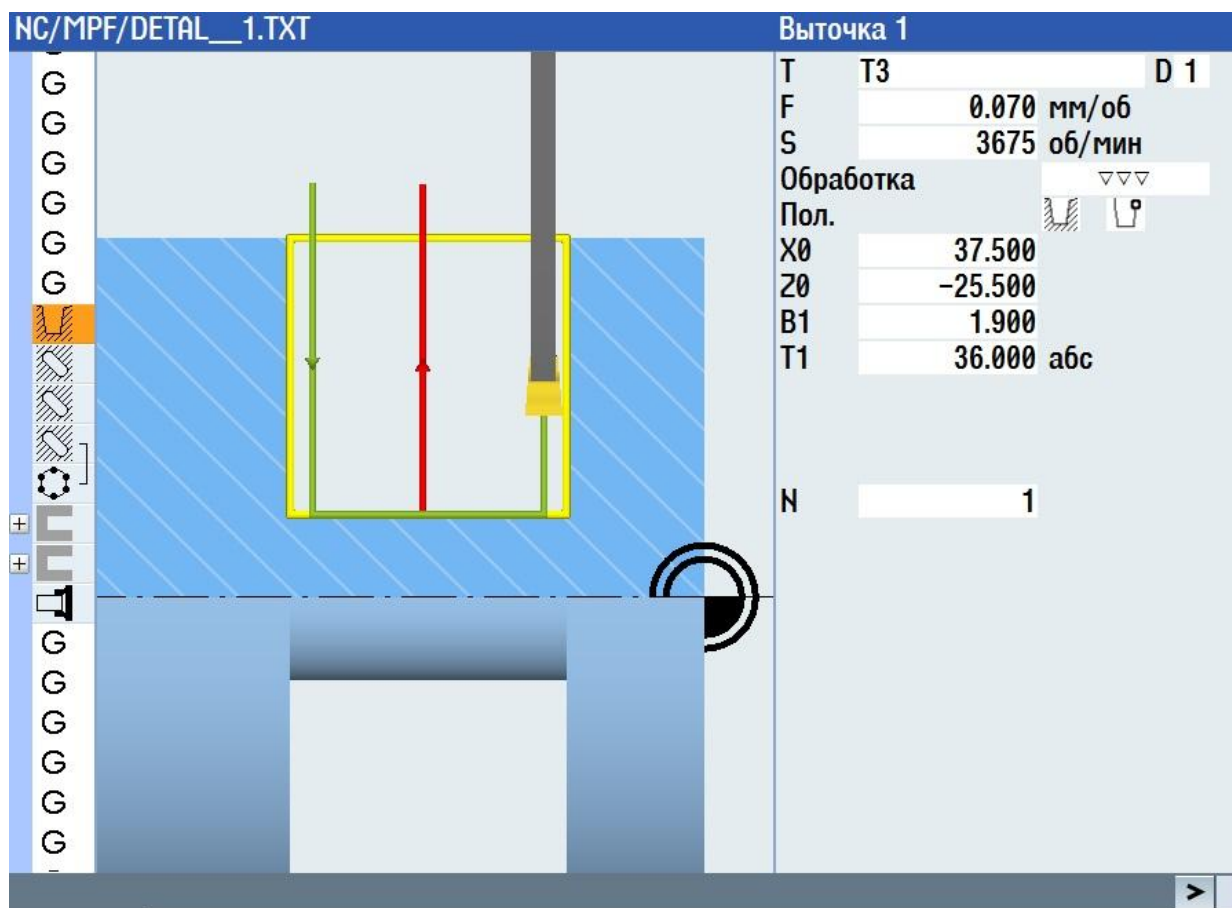


Рисунок 16– Цикл перехвата противощпинделем

где XP, ZP – координаты парковки инструмента;
 DIR – направление вращения;
 S – скорость вращения;
 α_1 – угловое смещение;
 Z1 – позиция передачи;
 ZR – позиция уменьшения подачи;
 FR – параметр уменьшенной подачи;
 ZV – параметр смещения нулевой точки в противошпинделе;
 Z2W – Позиция обработки противошпинделя.

На рисунке 17 изображено диалоговое окно программирования цикла обработки выточки под стопорное кольцо шириной 1,9 мм.



S – скорость вращения шпинделя;
 «Обработка» - выбор вида обработки (чистовая/черновая/комбинированная);

«Пол.» - выбор позиции обработки и начальной точки отсчета;

X0, Z0 – начальные точки;

B1 – ширина выточки;

T1 – глубина выточки;

N – количество выточек.

На рисунке 18 изображено диалоговое окно программирования цикла обработки паза фрезерованием.

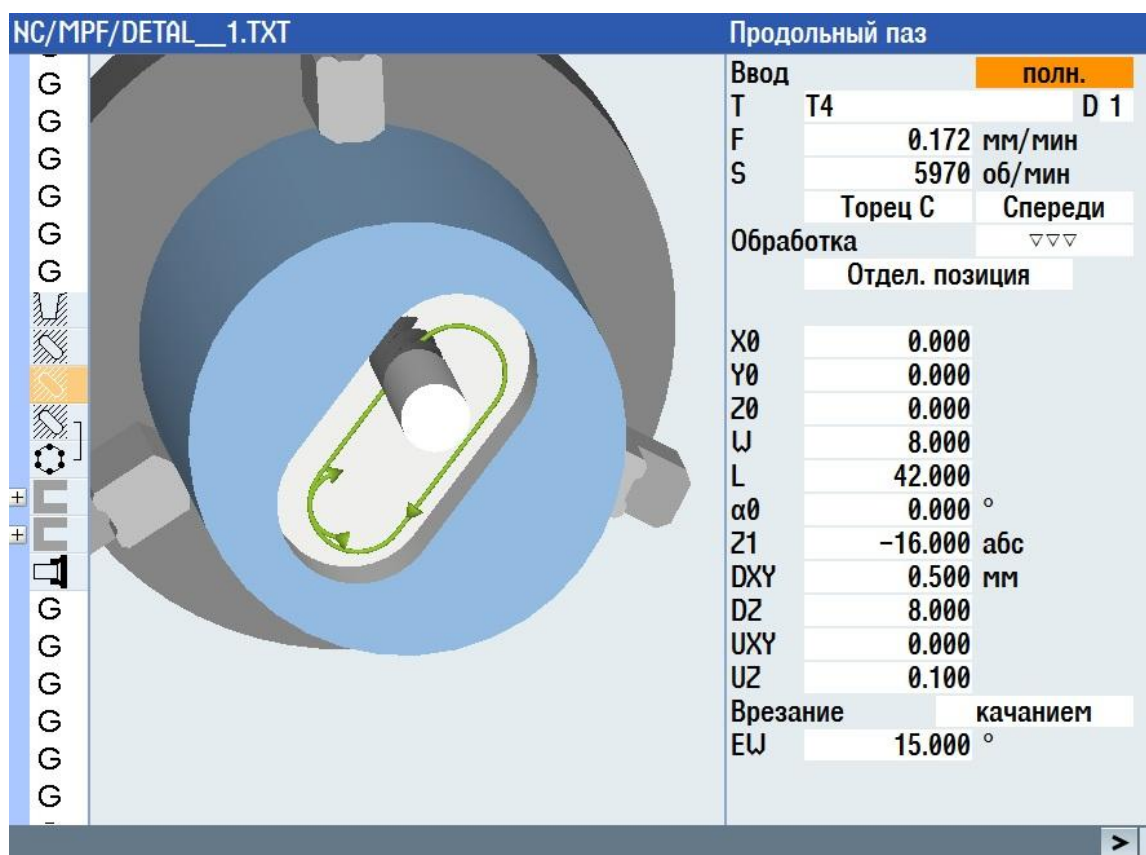


Рисунок 18 – Диалоговое окно обработки паза фрезерованием

где T – графа выбора инструмента;

D – выбор режущей кромки;

F – подача;

S – скорость вращения шпинделя;

Далее выбирается метоположение обработки;

«Обработка» - выбор вида обработки (чистовая/черновая/комбинированная) и позиции (отдельная позиция/ по образцу позиции)

X0, Z0, Y0 – начальные точки;

W – ширина паза;

L – глубина паза;

α_0 – угол вращения;

Z1 – глубина паза;

DX Y – максимальная подача в плоскости;

DZ – максимальная подача в глубину;

UX Y – припуск в плоскости;

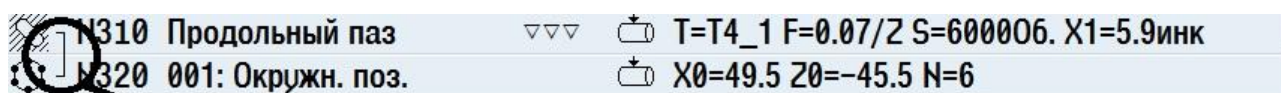
UZ – припуск на глубину;

«Врезание» - выбор режима врезания;

EW – угол врезания.

Принцип программирования всех пазов, обработанных фрезерованием схож за исключением не больших изменений переменных.

Для обработки шлицев в Установе Б, переходах 5-10 была применена комбинация циклов фрезерования и задания определённых позиций обозначением комбинации изображено на рисунке 19.



Обозначение комбинации между циклами

Рисунок 19 – Обозначение комбинации между циклами

Диалоговое окно программирования определенных позиций изображено на рисунке 20.

Обработка «кулачков» в Установе В, переходах 2-3 программировалось циклов «фрезерование карманов» в комбинации с заданным контуром, диалоговое окно которого изображено на рисунке 21.

Полностью программу обработки детали «Муфта привода задвижки» изображена в приложении В данной ВКР.

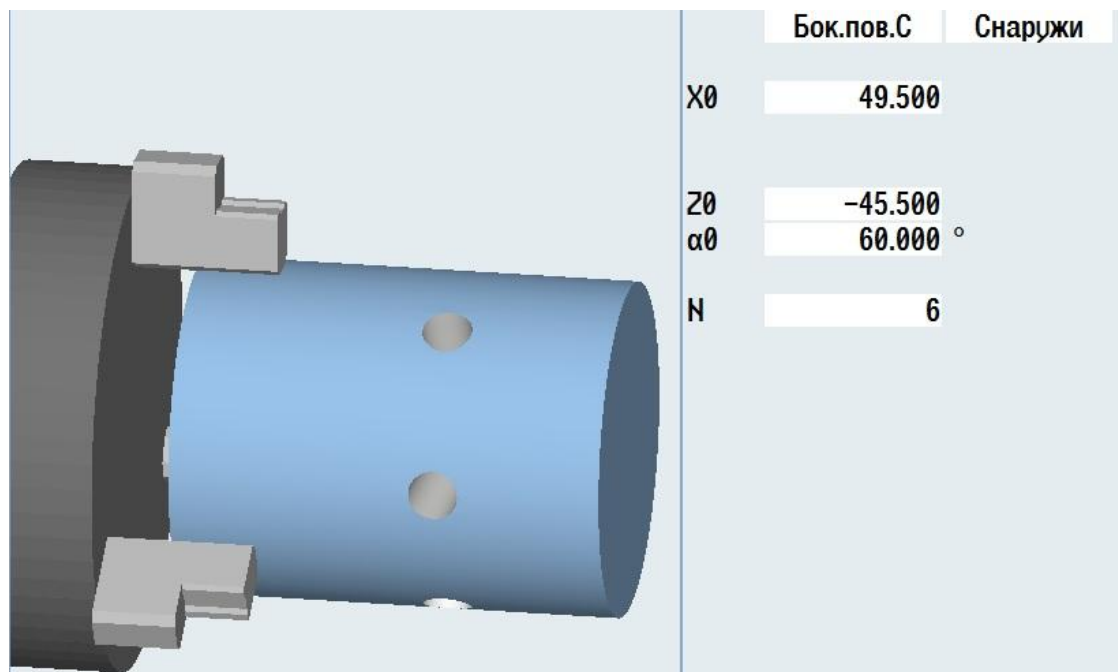


Рисунок 20 – Диалоговое окно программирование заданных позиций
 где X0, Z0 – начальные точки
 $\alpha 0$ – угол вращения;
 N – количество пазов.

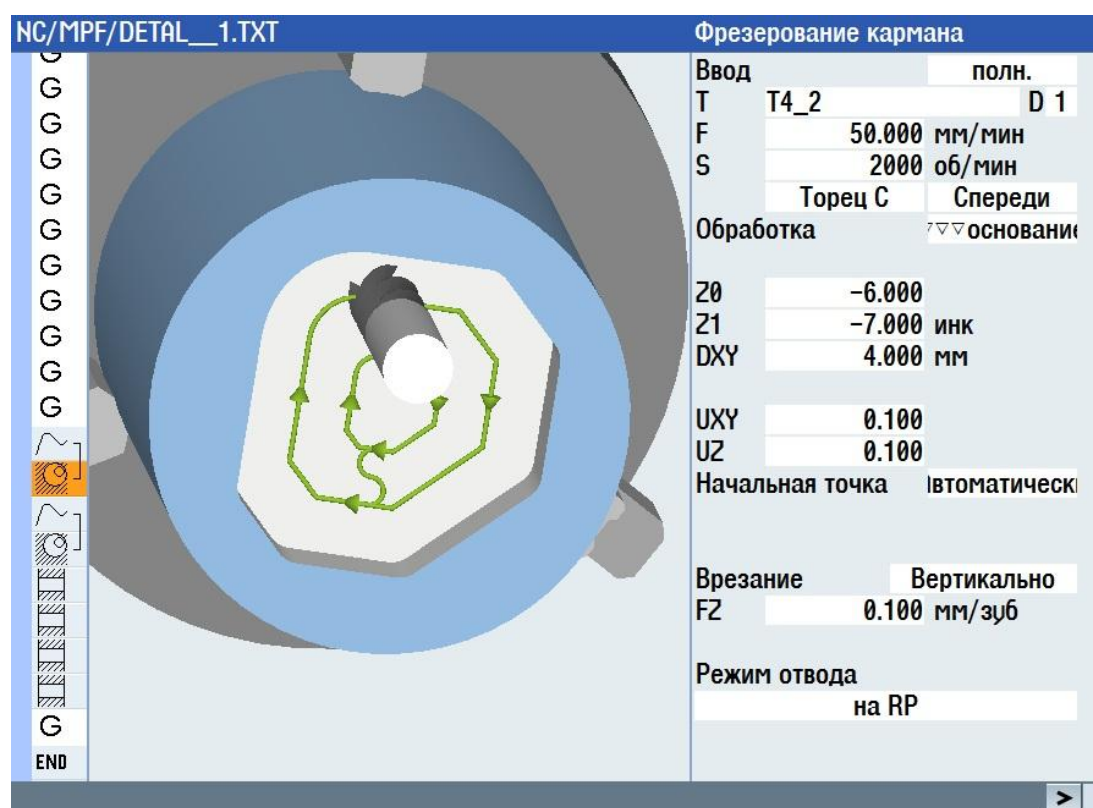


Рисунок 21 – Диалоговое окно обработки кармана фрезерованием

где T – графа выбора инструмента;

D – выбор режущей кромки;

F – подача;

S – скорость вращения шпинделя;

Далее выбирается метоположение обработки;

«Обработка» - выбор вида обработки (чистовая/черновая/комбинированная) и позиции (отдельная позиция/ по образцу позиции)

Z0– начальная точка;

Z1 – глубина паза;

DXU – максимальная подача в плоскости;

UXU – припуск в плоскости;

UZ – припуск на глубину;

«Начальная точка» - выбор точки врезания (автоматически/вручную)

«Врезание» - выбор режима врезания;

FZ – подача на врезание;

«Режим отвода» - выбор режима отвода (заданное расстояние/z0+безопасное расстояние).

3. ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

В процессе обработки детали «муфта привода» используется станок TRENS SBL 300. Данный обрабатывающий центр позволяет произвести обработку детали за одну операцию с 3 установками путем перехвата противопиндлем, что является более производительным и выгодно для предприятия чем использование нескольких станков и увеличение занятости рабочих соответственно. Штучно – калькуляционное время обработки детали $t_{шт-к} = 6,239$ мин.

Экономическое обоснование выбора заготовки описано в пункте 1.2.2

3.1. Расчет коэффициента загрузки оборудования.

Рассчитаем коэффициент загрузки оборудования по формуле

$$\eta = \frac{m_p}{m_n}, \quad (23)$$

где m_p – расчетное количество станков на операции, шт;

m_n – принятое количество станков, шт.

Расчетное количество станков на операции определяется по формуле [9]:

$$m_p = \frac{N * t_{шт-к}}{60 * F_d * \eta_{з.н.}}, \quad (24)$$

где N – годовая программа выпуска деталей, шт;

$t_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время, мин;

F_d – действительный годовой фонд времени, $F_d = 2032$ ч (при односменной работе);

$\eta_{з.н.}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования.

Среднее значение нормативного коэффициента загрузки оборудования $\eta_{з.н.}$ на участке цеха при двусменной работе для мелкосерийного производства, следует применять – $0,75 \div 0,85$.

Определим количество станков на операции по формуле 24:

$$m_p = \frac{5000 * 10,927}{60 * 2032 * 0,8} = 0,56 \text{ шт},$$

Определим коэффициент загрузки оборудования по формуле 25:

					ДП 44.03.04.620.ПЗ	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\eta = \frac{0,56}{1} = 0,56$$

Станок загружен на 56%, следовательно, можно сделать вывод, что на данном обрабатывающем центре деталь «муфта привода» не является одной обрабатываемой деталью.

3.2. Определение капитальных вложений

Размер капитальных вложений определяется по формуле [20]:

$$K = K_o + K_{nrc} + K_{prg}, \quad (25)$$

где K_o – капитальные вложения в оборудование, р.;

K_{nrc} – капитальные вложение в приспособления, р.;

K_{prg} – капитальные вложения в программное обеспечение, р.

Данные обрабатывающий центр уже есть на предприятии. Перенос оборудования в другой цех и установка нового программного обеспечения не требуется, следовательно, капитальных вложений в оборудование и программное обеспечение не будет.

Расчет капитальных вложений в приспособления (инструмент, оснастку) в данном случае не ведется т.к. в технологическом процессе приспособления не используются.

3.3. Расчет технологической себестоимости детали

Технологическая себестоимость складывается из следующих элементов:

$$C = Z_m + Z_{zn} + Z_{\text{э}} + Z_{об} + Z_{осн} + Z_u \quad (26)$$

где Z_m - затраты на все виды материалов, р.;

$Z_{\text{э}}$ - затраты на технологическую электроэнергию, р.;

Z_{zn} - затраты на заработную плату, р.;

$Z_{об}$ - затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, р.;

$Z_{осн}$ - затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, р.;

Z_u - затраты на малоценный инструмент; р.

Затраты на материалы

Экономический расчет себестоимости заготовки был выполнен в пункте 1.1.2 ВКР.

$$C_3 = 730,38 \text{ р}$$

Экономическая стоимость заготовки в год составит:

$$\Xi_3 = 3651900 \text{ р.}$$

Затраты на заработную плату

Затраты на заработную плату рассчитывается по формуле:

$$З_{зп} = З_{пр} + З_{н} + З_{эл} + З_{к} + З_{тр} \quad (27)$$

где $З_{пр}$ - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, руб.;

$З_{н}$ - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, руб.;

$З_{эл}$ - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование электронщиков, руб.;

$З_{к}$ - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, руб.;

$З_{тр}$ - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, руб.

Для расчетов используем следующие формулы:

а) основная и дополнительная заработная производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда:

$$З_{пр} = C_T * t_{шт-к} * k_{мн} * k_{доп} * k_{всн} * k_p \quad (28)$$

где C_T - часовая тарифная ставка рабочего на операции, р. (По таблице 5);

$t_{шт-к}$ - штучно-калькуляционное времени на операцию, ч.;

$k_{мн}$ - коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание ($k_{мн}=1$);

$k_{доп}$ - коэффициент, учитывающий дополнительную плату (1,2);

$K_{\text{есн}}$ - коэффициент, учитывающий отчисления на социальное страхование ($K_{\text{есн}} = 1,3$);

K_p - районный коэффициент, компенсирующий различия в стоимости жизни в различных природно-климатических условиях ($K_p = 1,15$).

Рассчитаем заработную плату рабочих по формуле 28:

$$З_{\text{пр}} = 151,23 * 0,17 * 1 * 1,2 * 1,3 * 1,15 = 51,55 \text{ р.}$$

Численность рабочих (операторов) определяется по формуле [20, с 26]

$$Ч_{\text{ст}} = \frac{t_{\text{шт-к}} * N_{\text{год}} * k_{\text{мн}}}{F_p * 60}, \text{ чел.}, \quad (29)$$

где F_p - действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$K_{\text{мн}}$ - коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание;

$t_{\text{шт-к}}$ - штучно-калькуляционное время операции, мин.;

$N_{\text{год}}$ - годовая программа выпуска детали, шт.;

По формуле 29 определим численность операторов $Ч_{\text{ст}}$:

$$Ч_{\text{ст}} = \frac{10,927 * 5000 * 1}{2032 * 60} = 0,45 \text{ чел.},$$

Принимаем численность операторов $Ч_{\text{ст}} = 1 \text{ чел.}$

Полученные данные о численности и заработной плате рабочих занесем в таблицу 14.

Таблица 14 – Затраты на заработную плату основных рабочих (операторов)

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, мин	Заработная плата, р.	Численность рабочих, чел.
010 Комплексная с ЧПУ	151,23	10,927	51,55	1
Всего:			51,55	1

Основная и дополнительная заработная плата всех остальных рабочих (наладчиков, электронщиков) находится по следующей формуле:

$$З_{\text{всп}} = \frac{C_{\text{т}}^{\text{всп}} * F_p * Ч_{\text{всп}} * k_{\text{доп}} * k_{\text{всп}} * k_n}{N_{\text{год}}} \text{ р.}, \quad (30)$$

где $C_T^{всп}$ - часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда (по данным предприятия $C_T^{всп} = 159,56$ для наладчиков, $C_T^{всп} = 160,21$ для электриков, $C_T^{всп} = 110,21$ для контролеров, $C_T^{всп} = 92,75$ для транспортников), р.;

F_p - действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$N_{год}$ - годовая программа выпуска деталей, шт.;

$Ч_{всп}$ - численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, чел.;

Численность вспомогательных рабочих $Ч_{всп}$ соответствующей специальности определяется по формуле[20]:

$$Ч_{всп} = \frac{m_p * n}{H} \quad (31)$$

где m_p - расчётное количество оборудования, шт.;

n - число смен работы оборудования;

H - число станков, обслуживаемых одним наладчиком и электронщиком (по данным предприятия $H = 3$).

Рассчитаем численность наладчиков и электронщиков по формуле 31:

$$Ч_{всп} = \frac{0,56 * 1}{3} = 0,19 \text{ чел.}$$

По формуле 30 рассчитаем заработную плату для наладчика:

$$З_n = \frac{159,56 * 2032 * 0,10 * 1,2 * 1,3 * 1,15}{5000} = 11,63 \text{ р.,}$$

По формуле 30 рассчитаем заработную плату для электронщика:

$$З_э = \frac{160,21 * 2032 * 0,10 * 1,2 * 1,3 * 1,15}{5000} = 11,68 \text{ р.,}$$

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролёров – 7% от числа станочников[20]:

$$Ч_{тр} = 0,26 * 0,05 = 0,013 \text{ чел.}$$

$$Ч_k = 0,26 * 0,07 = 0,018 \text{ чел.}$$

По формуле 30 определим заработную плату контролёров и транспортных рабочих:

$$З_{тр} = \frac{92,75 * 2032 * 0,013 * 1,2 * 1,3 * 1,15}{5000} = 0,87 \text{ р.},$$

$$З_{к} = \frac{110,21 * 2032 * 0,018 * 1,2 * 1,3 * 1,15}{5000} = 1,44 \text{ р.},$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящейся на одну деталь, сведем в таблицу 15.

Таблица 15 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.
Наладчик	160,21	1	11,68
Электрик	159,56	1	11,63
Транспортировщик	92,75	1	0,87
Контролёр	110,23	1	1,44
Итого:		4	25,62

По формуле 27 определим затраты на заработную плату:

$$З_{зп} = 51,55 + 11,68 + 11,63 + 0,87 + 1,44 = 77,17 \text{ р.}$$

Расчет затрат на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, потребляемую на обработку одной детали рассчитывается по формуле[20]:

$$З_{э} = \frac{N_y * k_N * k_{вр} * k_{од} * k_w * t}{\eta * k_{вн} * 60} * Ц_{э}, \quad (32)$$

где N_y - установленная мощность главного электродвигателя (по паспортным данным $N_y = 11$ кВт);

k_N - средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности (для металлообрабатывающих станков 0,2 - 0,4),

$k_{вр}$ - средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени (для среднесерийного производства примем среднее значение $k_{вр}=0,5$);

$k_{од}$ - средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка (при одном двигателе $k_{од}=1$);

k_w - коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети ($k_w = 1,04-1,08$);

η - коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту оборудования $\eta=0,95$);

$k_{вн}$ - коэффициент выполнения норм; ($k_{вн} = 1$);

$\text{Ц}_э$ - стоимость 1 кВт/ч электроэнергии, руб. ($\text{Ц}_э = 2,7 \text{ р.}$)

По формуле 32 определим затраты на электроэнергию, расходуемую на обработку одной детали:

$$З_э = \frac{11 * 0,3 * 0,5 * 1 * 1,04 * 10,927}{0,95 * 1 * 60} * 2,7 = 0,89 \text{ р.}$$

Полученные данные занесем в таблицу 16.

Таблица 16 – Затраты на электроэнергию.

Модель обрабатывающего центра	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на электроэнергию, р.
TRENS SBL 300	11	10,927	0,89
Итого:			0,89

Расчет затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитываются по формуле:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (33)$$

где $C_{ам}$ - амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, р.;

$C_{рем}$ - затраты на ремонт технологического оборудования, р.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяется по формуле[20]:

$$C_{ам} = \frac{\text{Ц}_{об} * N_{ам} * t_{шт-к}}{F_{об} * k_3 * k_{вн} * 60}, \quad (34)$$

где $\text{Ц}_{об}$ - цена единицы оборудования (цена обрабатывающего центра TRENS SBL 300 $\text{Ц}_{об} = 8700000 \text{ р.}$)

$N_{ам}$ - норма амортизационных отчислений, ($N_{ам} = 6,8\%$ для обрабатывающего центра с ЧПУ [15]);

$F_{об}$ - годовой действительный фонд времени работы оборудования, час;

k_3 - нормативный коэффициент загрузки оборудования (для серийного производства $k_3=0,75 - 0,85$);

$k_{вн}$ - коэффициент выполнения норм ($k_{вн} = 1$);

По формуле 34 определим амортизационные отчисления $C_{ам}$:

$$C_{ам} = \frac{8700000 * 0,068 * 10,927}{2032 * 0,8 * 1 * 60} = 66,28 \text{ р.},$$

Затраты на текущий ремонт оборудования можно определить укрупненным расчетом по примерным нормам затрат на ремонт от стоимости оборудования. Затраты на ремонт 1,5%.

$$C_{тр} = \frac{8700000 * 0,015 * 10,927}{2032 * 0,8 * 1 * 60} = 14,62 \text{ р.}$$

По формуле 33 определим затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования:

$$З_{об} = 66,28 + 14,62 = 80,9 \text{ р.}$$

Результаты расчетов занесём в таблицу 17.

Таблица 17 – Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования

Модель станка	Стоимость, р	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений	Штучно-калькуляционное время, мин	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
TRENS SBL 300	8700000	1	6,8%	6,239	37,84	8,34
Итого:					66,28	14,62

Затраты на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию цельного инструмента вычисляют по формуле

$$З_{осн} = \frac{Ц_{и} + \beta_{п} * Ц_{п}}{T_{ст} * (\beta_{п} + 1)} * T_{м} * \eta_{и}, \quad (35)$$

где $Ц_{инс}$ - цена единицы инструмента, руб.;

$\beta_{п}$ - число переточек;

$C_{\text{п}}$ - стоимость одной переточки, руб.;

$T_{\text{ст}}$ - период стойкости инструмента, мин;

$T_{\text{м}}$ - машинное время, мин;

$\eta_{\text{и}}$ - коэффициент случайной убыли инструмента.

Затраты на эксплуатацию сборного инструмента вычисляют по формуле:

$$Z_{\text{эи}} = (C_{\text{пл}} \times n + (C_{\text{корп}} + k_{\text{компл}} \times C_{\text{компл}}) \times Q^{-1}) \times T_{\text{маш}} \times (T_{\text{ст}} \times b_{\text{фи}} \times N)^{-1}, \quad (36)$$

где $Z_{\text{эи}}$ - затраты на эксплуатацию сборного инструмента, р.;

$C_{\text{пл}}$ - цена сменной многогранной пластины, р.;

n - количество сменных многогранных пластин, установленных для одновременной работы в корпусе сборного инструмента, шт.;

$C_{\text{корп}}$ - цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца, корпуса сборной фрезы/сверла), р.;

$C_{\text{компл}}$ - цена набора комплектующих изделий (опорных пластин, клиновых прижимов, накладных стружколомов, винтов, штифтов, рычагов и т. п.), р.;

$k_{\text{компл}}$ - коэффициент, учитывающий количество наборов комплектующих изделий, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт. Коэффициент - эмпирический, величина его зависит от условий использования инструмента и качества его изготовления, от режимов резания и общего уровня технической культуры предприятия. Максимальное значение $k_{\text{компл}} = 5$ соответствует обдирочному точению кованных или литых заготовок с соответствующим качеством обрабатываемых поверхностей;

Q - количество сменных поворотных пластин, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации (опытным путем выведено Q для робиических пластин = 500, для трехгранных = 300, для квадратных = 250), шт.

N - количество вершин сменной многогранной пластины, шт. Для круглой пластины рекомендуется принимать $N = 6$);

$b_{\text{фи}}$ - коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента (по экспериментальным данным $b_{\text{фи}} = 0,97$).

$T_{\text{маш}}$ - машинное время, мин;

$T_{\text{ст}}$ - период стойкости инструмента, мин.

Рассчитаем затраты на инструмент по формулам и сведем данные в таблицу 18.

Таблица 18 – Затраты на использование режущего инструмента

Режущий инструмент, пластина	Цена, р.	Машинное время, мин	Суммарный период стойкости инструмента, мин	Затраты на переточку инструмента, р.	Коэффициент убыли	Итого, р.
1	2	3	4	5	6	7
Sandvik Coromant CP-30AR-2020-11	1523,56	0,359	300	-	0,90	0,08
Пластина Sandvik Coromant CP-A1104-L5 Сплав GC4325	180,72					
Sandvik Coromant LF123F20-2020D	2432,89	0,007	280	-	0,90	0,01
Пластина Sandvik Coromant N123E2-0185-0001-GF	287,98					
Sandvik Coromant E20S-SCLCL09-R	2287,65	0,36	320	-	0,90	0,12
Пластина Sandvik Coromant CCMT09T304-WF	190,78					
Концевая фреза Sandvik Coromant 2P342-0800-PA	6987	1,019	260	1524	0,90	9,38
Концевая фреза Sandvik Coromant 2P342-0400-PA	5842	0,14	260	999	0,90	1,04
Итого:						10,63

Произведем расчет технологической себестоимости детали по формуле 26, на полученных результатах сформируем таблицу 19.

Таблица 19 – Технологическая себестоимость обработки детали

Затраты	Сумма, р
Заработная плата персонала	
Операторов	51,55
Вспомогательных рабочих	25,62
Затраты на электроэнергию, потребляемую оборудованием при обработке детали	0,89
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	80,9
Затраты на инструмент	10,63
Итого:	169,59

Определение экономических показателей разрабатываемого мероприятия

Целями данной выпускной квалификационной работы является разработка нового технологического процесса, поэтому достаточно рассчитать несколько обобщающих коэффициентов, характеризующих технико-экономический эффект от внедрения предлагаемой технологии [20]:

Уровень механизации рассчитывается по формуле:

$$k_{\text{мех}} = \frac{T_0 + T_{\text{всп}}}{T_{\text{шт-к}}} * 100\%, \quad (37)$$

где T_0 - основное (машинное) время обработки детали на программных операциях мин.;

$T_{\text{всп}}$ - вспомогательное время механизированных приёмов, мин.;

$T_{\text{шт-к}}$ - штучно-калькуляционное время, мин.

Рассчитаем уровень механизации труда по формуле 37:

$$k_{\text{мех}} = \frac{2,892 + 5,86}{10,927} * 100\% = 80\%.$$

Производительность труда на программных операциях вычисляется по формуле:

$$k_{\text{пр т}} = \frac{F_p * k_{\text{вн}} * 60}{T_{\text{шт-к}}} \quad (40)$$

где F_p - действительный фонд времени работы одного рабочего, ($F_p = 2032$ час);

$k_{\text{вн}}$ - коэффициент выполнения норм, ($k_{\text{вн}}=1$);

$T_{шт-к}$ - штучно-калькуляционное время, мин;

Рассчитаем производительность труда по формуле 40:

$$k_{пр\ т} = \frac{2032 \cdot 1 \cdot 60}{10,927} = 11152 \text{ шт/чел.год},$$

Технико-экономические показатели проекта сведем в таблицу 20

Таблица 20 – технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм	Значение показателей
Годовой выпуск деталей	шт.	5000
Количество оборудования	шт.	1
Количество рабочих	чел.	5
Уровень механизации	%	80
Производительность труда	шт/чел.год	11152
Трудоёмкость обработки одной детали	мин.	10,927
Технологическая себестоимость обработки детали	р.	169,59
Технологическая себестоимость годового выпуска	р.	847950

Выполнив все необходимые экономические расчеты в разрабатываемом технологическом процессе механической обработки детали «Муфта привода задвижки» в обрабатывающем центре TRENS SBL 300, были получены результаты себестоимости 1 детали, годового выпуска деталей и уровень производительности труда.

Можно сделать вывод, что изготовления данной детали является экономически выгодным для предприятия.

4. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В выпускной квалификационной работе рассматривается проектирование технологического процесса обработки детали «муфта привода задвижки». С расчетом на современное оборудование присутствующие на предприятии. Для обработки данной детали был выбран токарно-фрезерный обрабатывающий центр с противопинделем TRENS SBL 300 на языке программирования Siemens 840D. По этой причине появилась необходимость увеличить количество персонала имеющих навыки обработки деталей на станках с числовым программным управлением, а также наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ.

Было принято решение увеличить количество персонала необходимой квалификации путем переподготовки токарей 4-5 разряда на операторов обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации (4 разряд)

В методической части дипломного проекта будут рассмотрены:

Условия организации и проведения учебного процесса

Анализ профессиональных стандартов

Разработка учебно-тематического материала

Перспективно-тематический план по теме

План-конспект и обеспечение к учебному занятию.

4.1. Условия организации и проведения учебного процесса

По согласованию с руководством предприятия и отделом управления персоналом СФ АО «Дитсманн» предприятием для проведения переподготовки было выбрано негосударственное образовательное частное учреждение дополнительного профессионального образования «Уральский центр подготовки кадров» (НОЧУ ДПО «УЦПК»), находящиеся по адресу г. Екатеринбург ул. Чебышева д.6

НОЧУ ДПО «Уральский центр подготовки кадров» обладает подходящей материальной базой и сильным преподавательским составом, позволяющим ве-

сти обучения по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ». Образовательная деятельность лицензирована – лицензия на право ведения образовательной деятельности № 16692 от 12 октября 2012 г. Выдана Министерством общего и профессионального образования Свердловской области.

НОЧУ ДПО «Уральский центр подготовки кадров» ведет первичную подготовку, переподготовку, а также курсы повышения квалификации.

Основное обучение ведет по следующим характеристикам:

- Ведение процесса обработки с пульта управления деталей на станках с программным управлением
- Обслуживание многоцелевых станков с числовым программным управлением (ЧПУ) и манипуляторов (роботов) для механической подачи заготовок на рабочее место
- Управление группой станков с программным управлением
- Подбор и установка инструментальных блоков с заменой и юстировкой инструмента
- Доналадка узлов и механизмов в процессе работы.

Так же преимуществом данного обучающего центра является обучение на базе предприятий с выездом преподавателей на место обучения.

4.2. Анализ профессионального стандарта

В данном пункте методического раздела ВКР будет рассматриваться профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением» утвержденный приказом Министерства труда №530н от 04.08.2014.

Профессиональный стандарт делится на обобщенные трудовые функции имеющих собственный уровень квалификации.

Трудовые функции – это спектр обязанностей работника, которые он должен выполнять в сфере своей трудовой деятельности, и которые закреплены за ним путем соглашения с работодателем.

В таблице 21 приведено описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт.

Таблица 21 – Трудовые функции, входящие в состав профессионального стандарта

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции	
Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Уровень квалификации
1	2	3	4	5
А	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8-14 квалитетам	2
			Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	2
			Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе стана с выверкой в двух плоскостях	2
			Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в ОТК	2
			Подналадка основных механизмов ОЦ в процессе работы	2
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8-14 квалитетам	2
			Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	2
В	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей по 7-8 квалитетам	3
			Программирование станков с ЧПУ	3

Окончание таблицы 21

	крепления; обработка деталей средней сложности		Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	3
			Обработка отверстий и поверхностей по 7-8 квалитетам	3
С	Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме ОЦ с ПУ для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4	Наладка ОЦ для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	4
			Обработка отверстий и поверхностей по 6 квалитету и выше	4

Проведя анализ трудовых функции, можно сформировать перечень необходимых знаний, умений и трудовых действий, которыми должен обладать работник данной квалификации.

Необходимые знания:

- Система допусков и посадок;
- Система степеней точности;
- Параметры шероховатости;
- Параметры и установки системы ЧПУ станка;
- Стандарты и свойства обрабатываемых материалов;
- Структура управляющей программы ОЦ с ЧПУ;
- Правила проверки станков на точность;
- Правила применения специальных приспособлений;
- Назначение и условия применения контрольно-измерительных приспособлений;
- Правила пользования режущего инструмента;
- Виды брака и способы его избежание;
- Правила пользования средствами индивидуальной защиты;
- Правила определения режимов резания по каталогам и справочникам;
- Требования предъявляемые к качеству детали.

Необходимые умения:

- Уметь читать и понимать конструкторскую документацию станка и инструкцию по наладке
- Применять систему измерения инструмента станка;
- Применять систему измерения детали станка;
- Определять износ инструмента;
- Читать и оформлять чертежи, графики и схемы, составлять эскизы
- Выполнять наладку однотипных ОЦ с ЧПУ;
- Использования контрольно-измерительный инструмент;
- Устанавливать последовательности обработки изделия и режимов резания;
- Устанавливать и производить выверку детали в различных плоскостях;
- Производить наладку станка в соответствии с требованием качества;
- Производить подналадку основных механизмов станка в процессе работы;
- Обрабатывать отверстия и поверхности детали по 8-14 квалитетам.

4.3. Разработка учебно-тематического плана обучения

Учебно-тематический план раскрывает технологию изучения программы, определяет последовательность тем и количество часов на каждую из них, представляет собой таблицу, в которой обозначены разделы и темы программы с определением количества отведенных на их изучение часов, с разбивкой на теоретические и практические часы.

Срок обучения на базе НОЧУ ДПО «Уральский центр подготовки кадров» составляет 1 месяц, в который заложено 80 академических часа теоретического обучения. Производственное обучение работников для уже имеющих базовую квалификацию составляет 1 месяц.

На основе того, что ведется переподготовка уже квалифицированного работника универсального оборудования акцент обучения будет смещен именно на программирование станков с ЧПУ, по остальным темам будет лишь актуализацию имеющихся знаний.

					ДП 44.03.04.620.ПЗ	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

На основе все критериев составлен учебно-тематический план обучения переподготовки рабочих по профессии «токарь» на профессию «оператор-наладчик обрабатывающих центров с программным управлением» и занесен в таблицу 22.

Таблица 22 – Учебно-тематический план обучения.

№	Наименование темы	Всего часов	В том числе		Форма контроля
			Теоретическое обучение	Практическое обучение	
1	2	3	4	5	6
1	Инструктаж по охране труда на станках с ЧПУ и пожарная безопасность	4	4	-	Тестирование
2	Система допусков и посадок	2	2	-	Расчет посадки «отверстие-вал»
3	Металлорежущий инструмент	4	2	2	Тестирование
4	Контрольно-измерительный инструмент	4	2	2	Выполнение практического задания по использованию контрольно-измерительного инструмента
5	Режимы резания	4	2	2	Расчет режимов резания и подбор инструмента
6	Основы программирования ОЦ с ЧПУ	16	6	10	Тест на знание элементов программы для ЧПУ
7	Система управления Siemens 840D	12	4	8	Разработка УП на обработку детали
8	Установка заготовки	6	2	4	Установка детали контрольная проверка
9	Токарная обработка деталей на ОЦ с ЧПУ	12	4	8	Разработка программы имеющую циклы на токарную обработку нескольких поверхностей
10	Фрезерная обработка деталей на ОЦ с ЧПУ	12	4	8	Разработка программы имеющую циклы на фрезерную обработку детали в нескольких плоскостях

Окончание таблицы 22

1	2	3	4	5	6
11	Система ShopTurn	8	4	4	Разработка УП с применением системы ShopTurn
12	Производственное обучение	80	-	80	Зачет
13	Квалификационный экзамен	4	2	-	Экзамен
	Итого:	168	40	128	

В целях обоснования данного учебно-тематического плана сравним его с требованиями профессионального стандарта по профессии.

Таблица 23 – Сравнение учебно-тематического плана с профессиональным стандартом

Пункт учебно-тематического плана	Требования профессионального стандарта (Трудовые действия, знания, умения)
1	2
Инструктаж по охране труда на станках с ЧПУ и пожарная безопасность	Правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности; Правила пользования средствами индивидуальной защиты
Система допусков и посадок	Читать и оформлять чертежи, схемы и графики; наладка на холостом ходу и в рабочем режиме ОЦ для обработки деталей по 8-14 квалитетам; система допусков и посадок; виды брака и способы его предупреждения и устранения.
Металлорежущий инструмент	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме ОЦ для обработки деталей по 8-14 квалитетам; пользоваться встроенной системой измерения инструмента; отслеживать состояние и износ инструмента; применять контрольно-измерительные приборы и инструменты; квалитеты и параметры шероховатости; наименование, стандарты и свойства материалов; правила заточки, доводки и установки режущего инструмента; виды брака и способы его предупреждения и устранения; подбор режущего и измерительного инструментов и приспособлений по технологической карте
Контрольно-измерительный инструмент	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме ОЦ для обработки деталей по 8-14 квалитетам; контроль точности обработки ОЦ с ЧПУ; пользоваться встроенной системой измерения инструмента; пользоваться встроенной системой измерения детали; Применять контрольно-измерительные приборы и инструменты;

Окончание таблицы 23

1	2
	правила проверки станков на точность, на работоспособность и точность позиционирования; правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов; контроль с помощью измерительных инструментов точности наладки универсальных и специальных приспособлений контрольно-измерительных инструментов; выполнять установку и выверку деталей в двух плоскостях;
Режимы резания	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме ОЦ для обработки деталей по 8-14 квалитетам; настройка технологической последовательности обработки и режимов резания; устанавливать технологическую последовательность режимов резания; правила определения режимов резания по справочникам и паспорту станка; способы корректировки режимов резания по результатам работы станка; выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8 - 14 квалитетам
Основы программирования ОЦ с ЧПУ	Анализировать конструкторскую документацию станка; выполнять наладку однотипных обрабатывающих центров с ЧПУ; параметры и установки системы ЧПУ станка; системы управления и структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ; настройка технологической последовательности обработки и режимов резания; последовательность технологического процесса обрабатывающего центра с ЧПУ; изготовление пробных деталей; Способы корректировки режимов резания по результатам работы станка
Система управления Siemens 840D	
Токарная обработка деталей на ОЦ с ЧПУ	
Фрезерная обработка деталей на ОЦ с ЧПУ	
Система ShopTurn	

Сравнив учебно-тематический план обучения с профессиональным стандартом по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров 2-й квалификации» можно сделать вывод, что данный план подходит для обучения по данной профессии.

4.4. Разработка перспективно тематического плана обучения по теме «Основы программирования обрабатывающих центров с числовым программным управлением»

Данная тема рассчитана на 6 академических часов теоретических и 10 часов практических занятий. Разработанный перспективно-тематический план представлен в таблице.

Таблица 24 – Перспективно тематический план по теме «Основы программирования ОЦ с ЧПУ»

№ занятия	Тема и содержание занятия	Цель занятия	Тип, вид занятия, методы и формы проведения	Материально техническое оснащение
1	2	3	4	5
1	Теоретическое занятие по теме: «Основные движения и системы координат в станках с ЧПУ»	Обучающая: изучить формы и виды представления систем координат в ОЦ с ЧПУ Сформировать навыки ориентации в координатном пространстве ОЦ с ЧПУ. Развивающая: развить профессиональные способности анализировать и осмысливать выполняемую работу.	Изучение нового материала Методы обучения: Рассказ, беседа, наглядная демонстрация презентации	Учебная аудитория, план-конспект занятия, компьютер, мультимедийный проектор, презентация
2	Практическое занятие «Основные движения и системы координат в станках с ЧПУ»	Обучающая: Закрепление знания по основным способам задачи систем координат, а также основным и вспомогательным движениям для различных станков с ЧПУ на практике.	Самостоятельная работа: Определение системы координат и движения в зависимости от типа операции и рабочего инструмента	Учебная аудитория, тетрадь, комплекс заданий по вариантам
3	Теоретическое занятие по теме: «нулевые и исходные точки в станках с ЧПУ»	Обучающая: изучить виды исходных точек в системах координат ОЦ с ЧПУ Сформировать навыки определения и программирования нулевых и исходных точек станка. Развивающая: развить профессиональные способности анализировать и осмысливать выполняемую работу.	Изучение нового материала Методы обучения: Рассказ, беседа, наглядная демонстрация презентации	Учебная аудитория, план-конспект занятия, компьютер, мультимедийный проектор, презентация
4	Практическое занятие «нулевые и исходные	Обучающая: закрепление знаний по основным и нулевым точкам станка	Практическое задание: Установка нулевой точки	Учебная аудитория,

Окончание таблицы 24

1	2	3	4	5
	точки в станках с ЧПУ»	Развивающая: развить профессиональные способности анализировать и осмысливать выполняемую работу.	станка с ЧПУ	компьютер, программа симулятор ОЦ с ЧПУ
5	Теоретическое занятие по теме: «Ручное программирование движения инструмента G-код»	Обучающая: изучить G-коды и M-коды Сформировать навыки ручного программирования траектории движения инструмента. Развивающая: развить профессиональные способности анализировать и осмысливать выполняемую работу.	Изучение нового материала Методы обучения: Рассказ, беседа, наглядная демонстрация презентации	Учебная аудитория, план-конспект занятия, компьютер, мультимедийный проектор, презентация
6	Практическое занятие «Ручное программирование движения инструмента G-код»	Получить знания и навыки по ручному программированию траектории обработки на станке, оснащенном системой ЧПУ. Развивающая: развить профессиональные способности анализировать и осмысливать выполняемую работу.	Практическое задание: написать управляющую программу для обработки буквы на станке с ЧПУ	Учебная аудитория, компьютер, программа симулятор ОЦ с ЧПУ
7	Итоговое тестирование по теме «Основы программирования ОЦ с ЧПУ»	Обучающая: закрепить полученные знания Развивающая: развить профессиональные способности анализировать и осмысливать выполняемую работу.	Тестирование обучающихся	Учебная аудитория, бланки с тестовым заданием по вариантам

4.5. Разработка занятия по теме «Ручное программирование движения инструмента G-код»

Для рассмотрения теоретического занятия будет составлен план хода занятия и представлен в таблице 25

Таблица 25 – План хода занятия

Этап занятия	Деятельность преподавателя	Деятельность обучающихся	Время, мин
1	2	3	4
Организационная часть	Приветствует учеников. Отмечает посещаемость. Формулирует тему занятия	Приветствуют преподавателя, сообщают об отсутствующих. Записывают тему занятия	5

Окончание таблицы 25

1	2	3	4
Мотивация учеников	Рассказывает о необходимости знаний в программировании G-кодом	Внимательно слушают	5
Изложение нового материала	Рассказывает о истории, структуре и правилам программирования G-кодом	Слушают, конспектируют	50
Закрепление нового материала	Раздает бланки закрепительного теста, собирает их проводит оценку закрепления знаний	Отвечают на вопросы в бланке теста, сдают преподавателю	20
Заключительная часть	Подводит итоги. Оглашает результаты теста. Прощается с учениками.	Слушают итоги. Собираются, прощаются с преподавателем, уходят.	10

План конспект занятия по теме «Ручное программирование движения инструмента G-код»

Организационная часть

Здравствуйте, уважаемые ученики. Сегодня вы изучим довольно важную и интересную тему, поэтому прошу сконцентрироваться на плодотворную работу. Тема занятия: «ручное программирование движения инструмента».

Мотивацию учеников

На производстве, где работают различные станки с числовым программным управлением, используется множество различного программного обеспечения, но в большинстве случаев весь управляющий софт использует один и тот же управляющий код- G-code. Это своеобразный язык общения между станком, оснащенным ЧПУ – Компьютером – Оператором ПК. В обиходе этот язык называют "G-код". Этот язык должен знать любой оператор или программист станков с ЧПУ. Начнем знакомство с этим языком.

Изложение нового материала

G-code- это язык, который был создан пол века назад, доработанный феврале 1980-о года и стандартизирован как RS274D стандарт. Комитет ИСО утвердил G-code, как стандарт ISO 6983-1:1982, Госкомитет по стандартам СССР — как ГОСТ 20999-83. В советской технической литературе G-code обозначается,

как код ИСО-7 бит. С тех пор этот стандарт активно использовался производителями станков с ЧПУ, расширяя его по своему усмотрению, но основные коды и структура программ осталась неизменной. Причина этому в том, что программа, написанная с использованием G-code, имеет жесткую структуру. Все команды управления объединяются в кадры — группы, состоящие из одной или более команд. Каждая команда состоит из слов — базовых элементов программы, состоящей из комбинации латинской буквы и некоторого числового значения (положительного или отрицательного, дробного или целого).

В соответствии с международными стандартами и ГОСТ 20999-83 структура управляющей программы в общем случае подчиняется следующим правилам:

В тексте управляющей программы должна содержаться геометрическая, технологическая и вспомогательная информация, которая необходима для проведения заданной обработки. В каждом кадре программы записывается только та информация, которая изменяется по отношению к предыдущему кадру. При этом выполнение системой ЧПУ оставшейся неизменной информации прекращается только после поступления команды на ее отмену (вид этой команды и способ отмены определяется особенностями конкретной системы ЧПУ).

Каждая управляющая программа начинается символом «начало программы», подающим системе управления сигнал о начале выполнения программы. Вид символа «начало программы» зависит от особенностей применяемой системы ЧПУ. Наиболее часто в отечественных и зарубежных системах ЧПУ используется символ %. При этом кадр с символом «начало программы» не нумеруется. Нумерация кадров начинается с последующего кадра.

Если управляющей программе необходимо присвоить обозначение, то его располагают в кадре с символом «начало программы» непосредственно за символом.

Если текст управляющей программы необходимо сопроводить комментарием, например, сведениями об особенностях наладки станка, то его размещают перед символом «начало программы».

Управляющая программа должна заканчиваться символом «конец программы», подающим системе управления сигнал на прекращение выполнения управляющей программы, останов шпинделя, приводов подач и выключение охлаждения. Информация, помещенная в тексте управляющей программы после этого символа не должна восприниматься системой ЧПУ.

Информация, расположенная в тексте управляющей программы между символами «начало программы» и «конец программы» и заключенная в круглые скобки не должна приниматься системой ЧПУ к исполнению. При этом в тексте внутри скобок не должны применяться символы «начало программы» и «главный кадр».

Подготовительные (основные) команды языка начинаются с буквы G. Включают такие действия, как:

G00-G04 Позиционирование инструмента;

G17-G19 Переключение рабочих плоскостей (XY, XZ, YZ);

G20-G21 не стандартизовано;

G40-G44 Компенсация размера различных частей инструмента (длина, диаметр);

G53-G59 Переключение систем координат;

G80-G84 Циклы сверления, нарезания резьбы;

G90-G92 Переключение систем координат (абсолютная, относительная).

Подготовительные функции (G коды) позиционирования инструмента.

G00 - быстрое позиционирование. Функция G00 используется для выполнения ускоренного перемещения режущего инструмента к позиции обработки или к безопасной позиции. Ускоренное перемещение никогда не используется для выполнения обработки, так как скорость движения исполнительного органа станка очень высока. Код G00 отменяется кодами: G01, G02, G03.

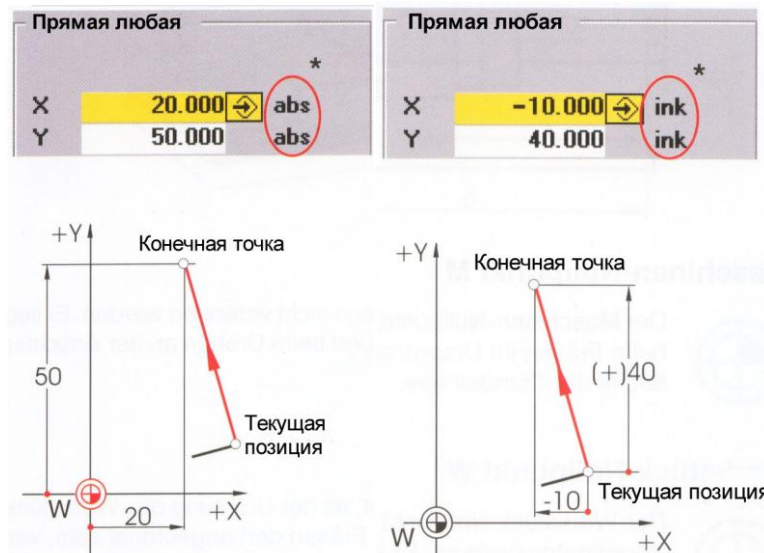


Рисунок 22 – Иллюстрация абсолютной G90 (слева) и относительной G91 (справа) систем координат

G01 - линейная интерполяция. Функция G01 используется для выполнения прямолинейных перемещений с заданной скоростью (F). При программировании задаются координаты конечной точки в абсолютных значениях (G90) или приращениях (G91) с соответственными адресами перемещений (например X, Y, Z). Код G01 отменяется кодами: G00, G02, G03.

G02 - круговая интерполяция по часовой стрелке. Функция G02 предназначена для выполнения перемещения инструмента по дуге (окружности) в направлении часовой стрелки с заданной скоростью (F). При программировании задаются координаты конечной точки в абсолютных значениях (G90) или приращениях (G91) с соответственными адресами перемещений (например X, Y, Z).

Параметры интерполяции I, J, K, которые определяют координаты центра дуги окружности в выбранной плоскости, программируются в приращениях от начальной точки к центру окружности, в направлениях, параллельных осям X, Y, Z соответственно.

Код G02 отменяется кодами: G00, G01, G03.

G03 - круговая интерполяция против часовой стрелки. Функция G03 предназначена для выполнения перемещения инструмента по дуге (окружности) в

направлении против часовой стрелки с заданной скоростью (F). При программировании задаются координаты конечной точки в абсолютных значениях (G90) или приращениях (G91) с соответственными адресами перемещений (например X, Y, Z).

Параметры интерполяции I, J, K, которые определяют координаты центра дуги окружности в выбранной плоскости, программируются в приращениях от начальной точки к центру окружности, в направлениях, параллельных осям X, Y, Z соответственно.

Код G03 отменяется кодами: G00, G01, G02. G04 - пауза.

Функция G04 - команда на выполнение выдержки с заданным временем. Этот код программируется вместе с X или P адресом, который указывает длительность времени выдержки. Обычно, это время составляет от 0.001 до 99999.999 секунд. Например G04 X2.5 - пауза 2.5 секунды, G04 P1000 - пауза 1 секунда.

Модальность - это свойство функции, сохраняющее свое значение в управляющей программе (G-коде) до последующей отмены или изменения.

Свойство модальность в управляющей программе, проявляется в каждой строке это проявляется в том, что некоторые функции для упрощения программирования сохраняют свое действие до следующей их отмены или изменения значения. Например, если прямолинейный тип движения не меняется в течение нескольких кадров управляющей программы, то соответствующая G1 функция может быть использована только в первом из перемещений, а в последующих кадрах, она не пишется.

Технологические команды языка начинаются с буквы M. Включают такие действия, как: сменить инструмент, включить/выключить шпиндель, включить/выключить охлаждение, вызвать/закончить подпрограмму.

Вспомогательные (технологические) команды:

M00 приостановить работу станка до нажатия кнопки «старт» на пульте управления, так называемый "технологический останов"

					ДП 44.03.04.620.ПЗ	Лист
						82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

M01 приостановить работу станка до нажатия кнопки «старт», если включен режим подтверждения останова

M02 конец программы;

M03 начать вращение шпинделя по часовой стрелке;

M04 начать вращение шпинделя против часовой стрелки;

M05 остановить вращение шпинделя;

M06 сменить инструмент;

M07 включить дополнительное охлаждение;

M08 включить основное охлаждение;

M09 выключить охлаждение;

M30 конец информации.

В начале каждой программы есть так называемая строка безопасности. Строкой безопасности называется кадр, содержащий G коды, которые переводят станок ЧПУ в определенный стандартный режим, отменяют ненужные функции и обеспечивают безопасную работу с управляющей программой. В начале программы для обработки строкой безопасности является кадр N1.

N10 G21 G40 G49 G54 G80 G90

Как вы уже знаете, многие коды являются модальными и остаются активными в памяти станка ЧПУ до тех пор, пока их не отменят. Возможны ситуации, когда ненужный модальный G код не был отменен. Например, если программа обработки была прервана по каким-либо причинам в середине. Строка безопасности, которая обычно находится в начале управляющей программы или после кадра смены инструмента позволяет "восстановить" забытые G коды и выйти в привычный режим работы.

Итак, уважаемые учащиеся, давайте поближе познакомимся с G кодами, находящимися в типичной строке безопасности.

Код G21 говорит станку о том, что все перемещения и подачи рассчитываются и осуществляются в миллиметрах, а не в дюймах (G20). Так как станки про-

изводятся и работают в разных странах, то существует возможность переключения между дюймовым и метрическим режимами. Поэтому включение этого кода в состав строки безопасности гарантирует работу в правильном режиме.

Код G40 отменяет автоматическую коррекцию на радиус инструмента. Коррекция на радиус инструмента предназначена для автоматического смещения инструмента от запрограммированной траектории. Коррекция может быть активна, если вы в конце предыдущей программы забыли ее отменить (выключить). Результатом этого может стать неправильная траектория перемещения инструмента и, как следствие, испорченная деталь.

Код G49 отменяет компенсацию длины инструмента.

Код G54 на большинстве современных станков позволяет активизировать одну из нескольких рабочих систем координат. Предыдущая управляющая программа могла работать в другой системе координат, например в G55. Как и большинство G кодов, G код рабочей системы координат является модальным и сохраняется активным в памяти системы ЧПУ до тех пор, пока его не отменят. Для того чтобы избежать ошибки, в строку безопасности включают код требуемой рабочей системы координат (G54-G59).

Код G80 отменяет все постоянные циклы (например, циклы сверления) и их параметры. Отмена постоянных циклов необходима, так как все координаты после G кода постоянного цикла относятся непосредственно к нему и для выполнения других операций нужно "сказать" системе ЧПУ, что цикл закончен.

Код G90 активизирует работу с абсолютными координатами. Хотя большинство программ обработки создается в абсолютных координатах, возможны случаи, когда требуется выполнять перемещения инструмента в относительных координатах (G91).

Презентация на тему представлена в приложении В данной ВКР.

Теперь уважаемые обучающиеся в целях закрепления материала и оценки усвоения его вами, получите бланк теста и ответьте на вопросы.

После теста оглашаются результаты подводятся итоги,

Занятие заканчивается.

4.6. Разработка теста для оценки усвоения нового материала учениками

Педагогический тест — это инструмент оценивания знаний учащихся, состоящий из системы тестовых заданий, стандартизированной процедуры проведения, обработки и анализа результатов.

Тестирования является качественным и объективным способом оценивания. Достоинствами данного вида контроля знаний является его гибкость в разработке, точность оценивания и эффективность.

Тест на тему «Ручное программирование движения инструмента» представлен в таблице 26.

Таблица 26– Тестовые задание на закрепление материала

Выберете вариант правильного ответа.	
1. Какая команда отвечает за быстрое перемещение инструмента? А). G90 Б). G4 В). G0 Г). M30 Эталон ответов: В	
2. Какая команда отвечает за включение вращения шпинделя по часовой стрелке? А). M3 Б). N10 В). G21 Г). Нет правильного варианта Эталон ответов: А	
3. Группа, состоящая из одной или более команд, называется? А). кадром Б). словом В). предложением Эталон ответа: А	
Впишите отсутствующее слово в предложении.	
4. Свойство функции, сохранять свое значение в управляющей программе до последующей отмены или изменения, называется _____. Эталон ответа: модальность	

Окончание таблицы 26

5. _____ - это кадр, содержащий G коды, которые переводят станков ЧПУ в определённый стандартный режим и обеспечивают безопасную работу с управляющей программой.

Эталон ответа: Строка безопасности

Установите соответствие между вариантами ответов

6. Установите соответствие между плоскостями системы координат и командами, которые их активируют.

1. XY а. G18
2. XZ б. G17
3. YZ в. G19

Эталон ответа: 1б, 2а, 3в

7. Установите соответствие между командой и видами задания координат

1. G90 а. Абсолютные
2. G91 б. Относительные

Эталон ответа: 1а, 2б

Критерии оценивания результатов теста:

4 правильных ответа – «удовлетворительно»

6 правильных ответов – «хорошо»

7 правильных ответов – «отлично».

Проанализировав результаты теста можно сделать вывод о качестве усвоения знаний учениками.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был спроектирован технологический процесс механической обработки детали «Муфта привода задвижки». Для обеспечения точности и качества обработки детали были приняты следующие решения:

- в качестве метода изготовления заготовки было выбрано литье по выплавляемым моделям;
- разработан маршрут обработки детали;
- подобран обрабатывающий центр TRENS SBL 300 удовлетворяющий все технологические требования и задачи;
- выбраны средства технологического оснащения: сборные резцы фирмы Sandvik; цельные концевые фрезы Ø4 и Ø8 фирмы Sandvik;
- рассчитаны режимы резания и технические нормы времени;
- рассчитано усилие зажимы трехкулачковым патроном;
- создана управляющая программа для обработки детали на ОЦ с ЧПУ
- выполнены расчеты экономических показателей проекта;
- разработан учебно-тематический план переподготовки рабочих с профессией «Токарь» на профессию «Оператор-наладчик станков с ЧПУ»;
- разработан урок теоретического обучения для подготовки операторов станков с программным управлением на тему: «Ручное программирование движения инструмента G-код»

Все поставленные задачи решены, цели достигнуты.

					ДП 44.03.04.620.ПЗ	Лист
						87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Актуальные вопросы модернизации экономики и профессионального образования России: материалы 9-й Всероссийской научно-практической конференции студентов и аспирантов, Екатеринбург, 18 марта 2012 г. / под ред. Т.К. Руткаускас. ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т». Екатеринбург, 2012. 140 с.
2. Бородина Н.В. Дипломное проектирование: учебное пособие/ Н.В. Бородина, Г.Ф. Бушков. Екатеринбург; Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та 2011. 90с.
3. Бородина Н.В., Горонович М.В., Фейгина М.И. Подготовка педагогов профессионального обучения к перспективно-тематическому планированию: модульный подход: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2002. - 260 с.
4. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск: Высшейш.шк., 1983. – 256 с.
5. ГОСТ 4543-2016Metalлопродукция из конструкционной легированной стали.
6. ГОСТ Р 53464-2009 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку
7. Каталог Sandvik Coromant 2017 г
9. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф. – пед. ун-та, 2001. – 169 с.
10. Кораблёв Т. Сталь 35Л. Её описание и сфера применения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://fb.ru/article/63533/stal-l-ee-opisanie-i-sfera-primeneniya> (дата обращения: 25.04.2019).
11. Ловыгин А.А. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система. [Электронный ресурс] / А.А. Ловыгин, Л.В. Теверовский. — Электрон. дан. —

М.: ДМК Пресс, 2015. — 280 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/82824> — Загл. с экрана.

12. Нормирование механической обработки: учебное пособие/Т.А. Козлова, Т.В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. — 137 с.

13. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. — М.: Экономика, 1990. — Ч. I. Нормативы времени. — 208 с.

14. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. — М.: Экономика, 1990. — Ч. II. Нормативы режимов резания. — 311 с.

15. Постановление от 1 января 2002 г. N 1 «О классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы»

16. Профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением». Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 4 августа 2014 г. N 530Н

17. Руденко П.А. Проектирование технологических процессов в машиностроении. Киев: Вища шк. 1985. 255 с.

18. Слесарное дело. Часть 1. Теоретические сведения.: Пособие / Е.М. Муравьев: Машиностроение - 1990, 370 с.

19. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т1 / Под ред. А.Г. Косиловой, А.Г. Суслова, А.М. Дальского, Р.К. Мещерякова - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 2001. - 912 с., ил.

20. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т2 / Под ред. А.Г. Косиловой, А.Г. Суслова, А.М. Дальского, Р.К. Мещерякова - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 2001. - 944 с., ил.

21. Техничко-экономические расчеты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие / Авт.-сост. Е. И. Чучкалова, Т. А. Козлова, В. П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2006. 66 с.

22. Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие. Компьютерная версия. — 2-е изд., перер. /И.М. Морозов, И.И. Гузеев, С.А. Фадюшин. — Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. — 65 с.

23. Технология машиностроения : учебник для студ. высш. учеб. ТЗ84 заведений / [Л. В. Лебедев, В. У. Мнацакян, А.А. Погонин и др.] . – М. : Издательский центр «Академия», 2006. – 508 с. ISBN 5-7695-2291-7

24. Харламов, Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 256 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5805> —Загл. с экрана.

25. Эрганова, Н. Е. Практикум по методике профессионального обучения [Текст]: учеб. пособие для вузов / Н. Е. Эрганова, М. Г. Шалунова, Изм. Л. В. Колясникова. - 2-е изд., пересмотр. и доп. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2011. - 88 с.

26. <https://ekb.pulscen.ru/> (Дата обращения 21.05.2019г.)

27. Романов Е. В. Основы проектирования технологических процессов изготовления деталей машин: Учеб. пособие /МГПИ. Магнитогорск, 1998. 258 с.

28. Панов Ф. С, Травин А. И. Работа на станках с числовым программным управлением. - Л.: Лениздат, 1984. - 278 с, ил.- (Для молодых рабочих).

29. <https://e.lanbook.com/reader/book/745/#1> (Дата обращения 25.04.2018).

30. <http://ibooks.ru/reading.php?prod=340433> (Дата обращения 29.04.2018).

31. <http://www.iprbookshop.ru/54717>(Дата обращения 25.04.2018).

Перечень листов графических документов

№ п/п	Наименование документа	Обозначение доку- мента	Формат	Количество листов
1	Муфта привода задвижки. Отливка	ДП 44.03.04.620.01	A1	1
2	Муфта привода задвижки	ДП 44.03.04.620.02	A1	1
3	Иллюстрация технологи- ческого процесса	ДП 44.03.04.620.03	A1	1
4	Иллюстрация технологи- ческого процесса	ДП 44.03.04.620.04	A1	1
5	Технико-экономические показатели проекта	ДП 44.03.04.620.05	A1	1
6	Управляющая программа (фрагмент)	ДП 44.03.04.620.06	A1	1
7	Приложение Б. Комплект технологической докумен- тации			5
8	Приложение В. Комплект скриншотов кадров управ- ляющей программы			2
9	Приложение Г. Комплект слайдов для демонстрации			19
	Перечень слайдов для за- щиты ВКР			16

Комплект технологической документации

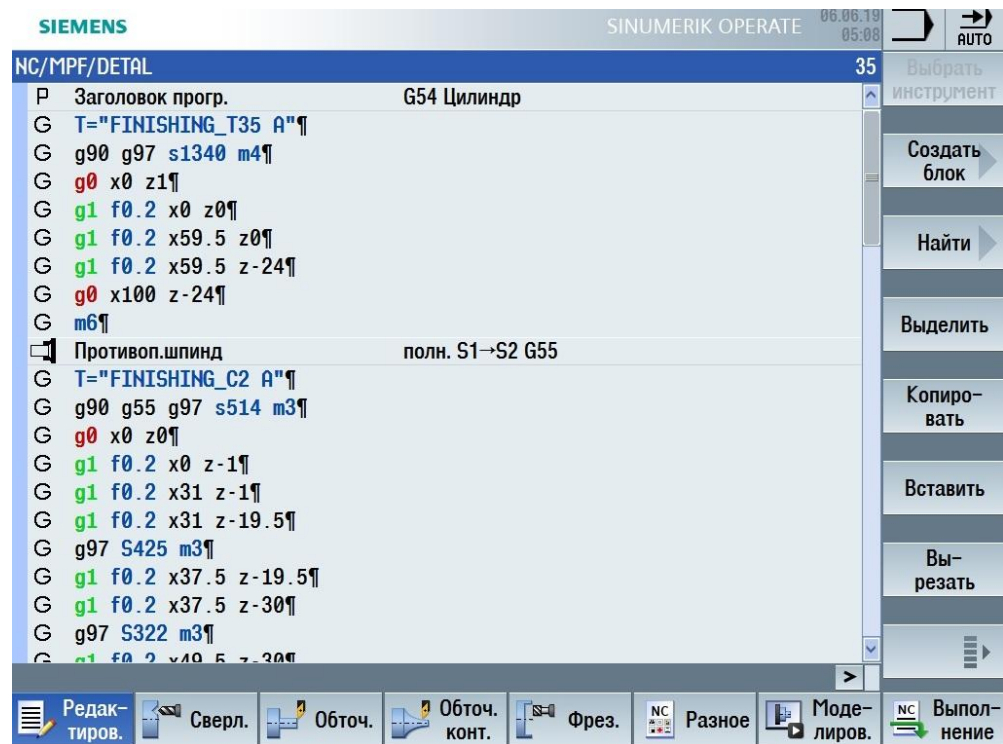
В данном приложении содержится комплект технологической документации обработки детали «Муфта привода задвижки».

					ДП 44.03.04.620.ПЗ	Лист
						92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

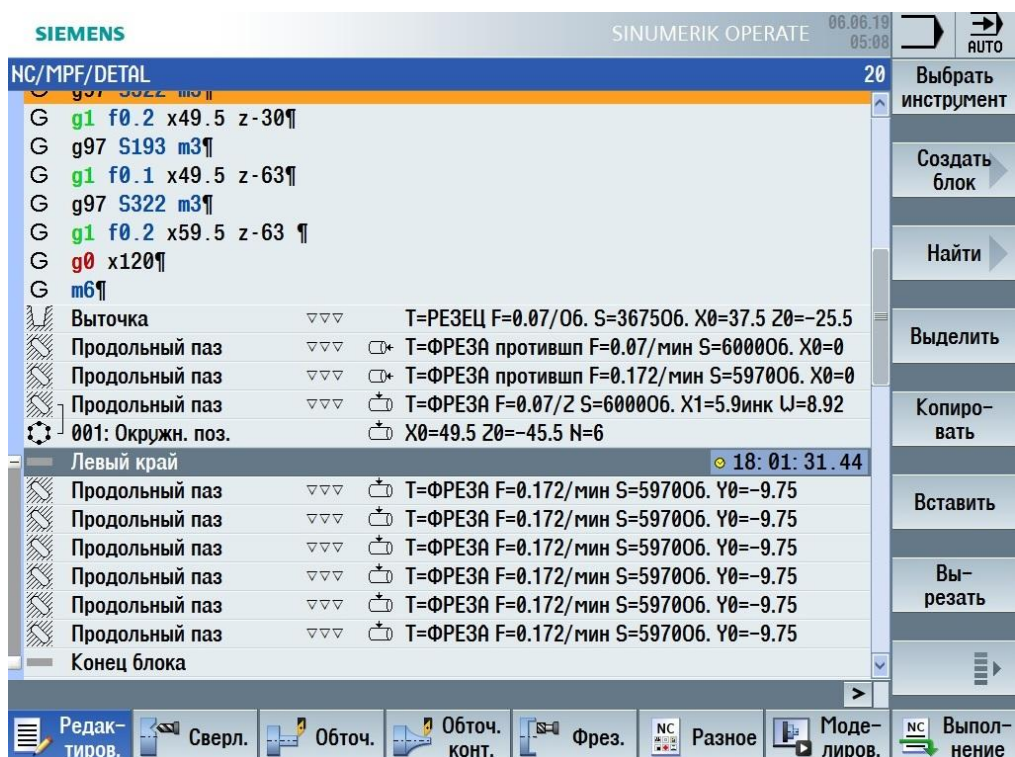
В данном приложении содержатся комплект скриншотов, с кадрами управляющей программы.

					ДП 44.03.04.620.ПЗ	Лист
						93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

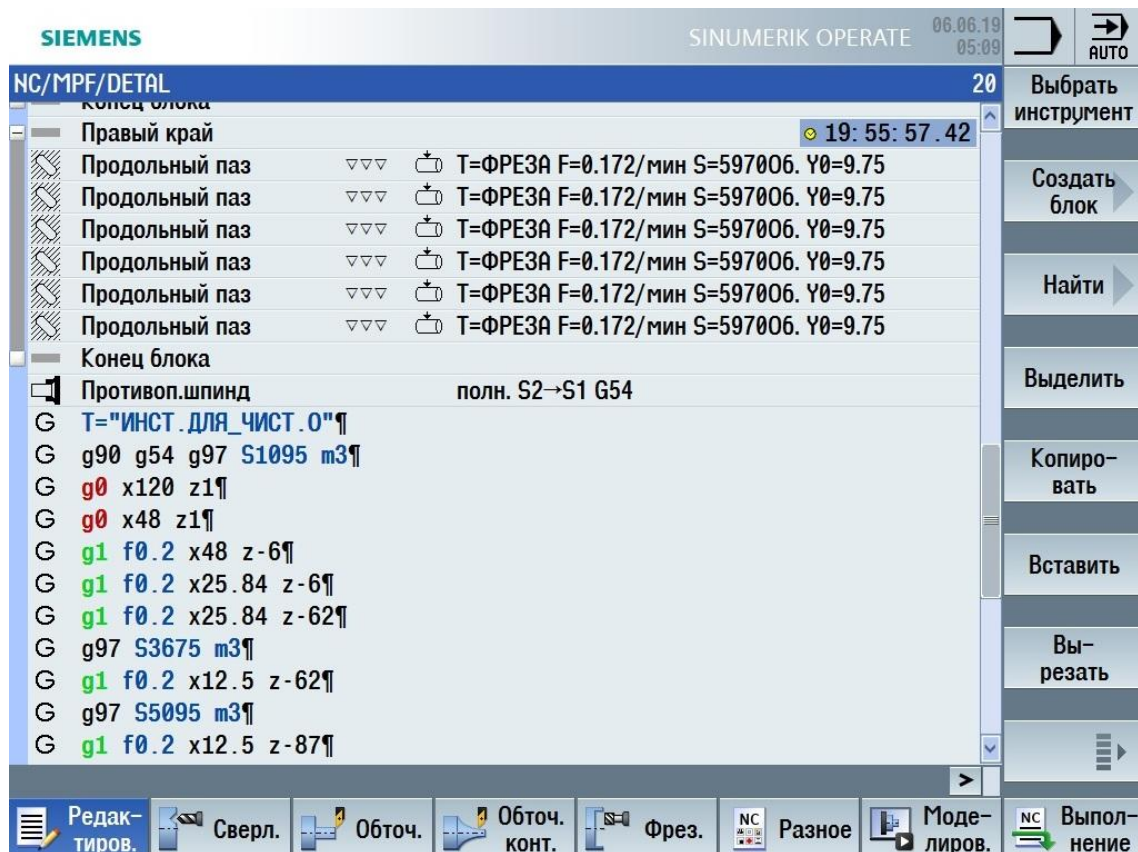
Управляющая программа



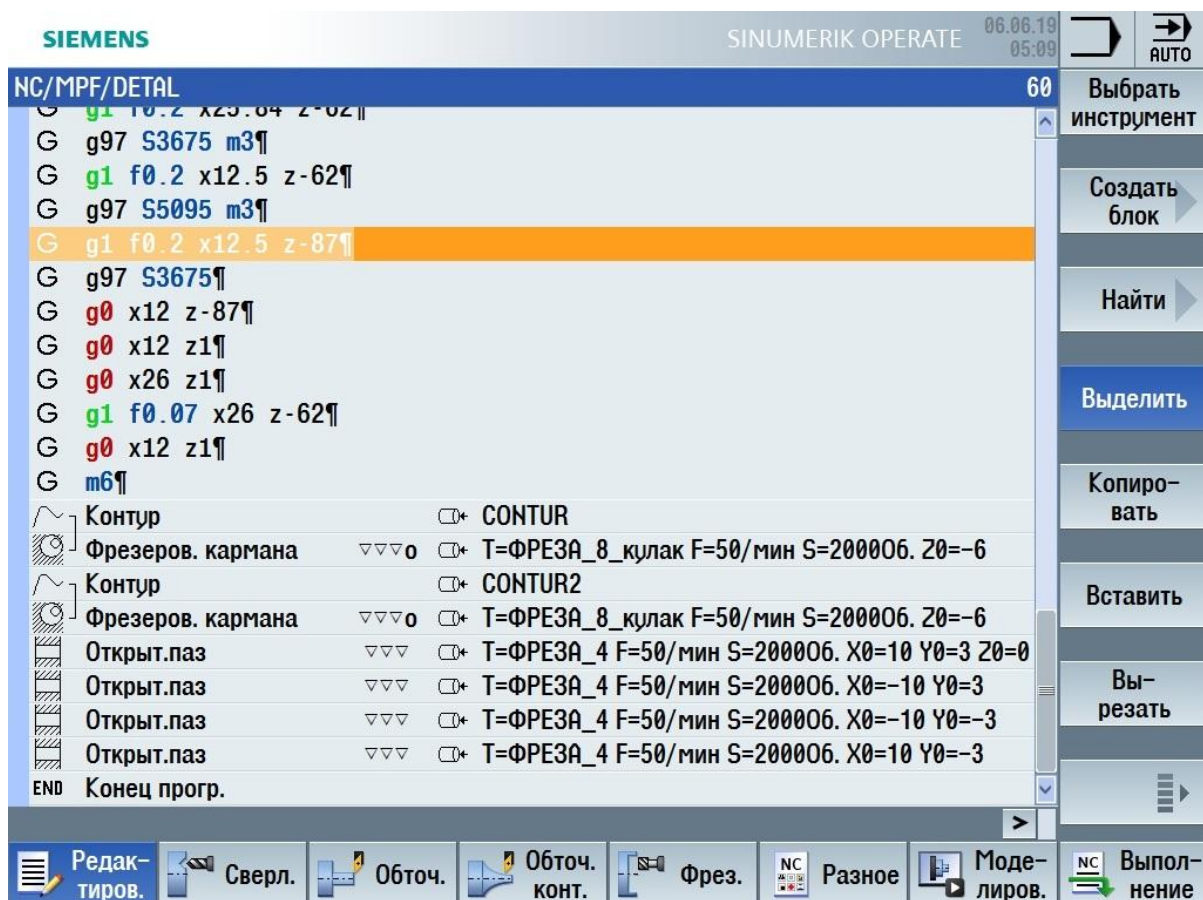
Изображение 1



Изображение 2



Изображение 3



Изображение 4

В данном приложении содержится комплект слайдов для разработанного теоретического урока.

					ДП 44.03.04.620.ПЗ	Лист
						96
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Презентация на тему «Ручное программирование инструмента»

РУЧНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА

Модальные и немодальные коды. Строка безопасности. G и M коды, специальные символы и их значение.

Модальные и немодальные коды

Все станочные коды в зависимости от их способности сохраняться в памяти СЧПУ разделяют на два класса.

Немодальные коды действуют только в том кадре, в котором они находятся.

Модальные коды, действуют бесконечно долго, пока их не отменят другим кодом. Выделяют несколько групп кодов, в зависимости от выполняемой функции.

Функциональная группа	Коды
Перемещения	G00, G01, G02, G03
Тип координатной системы	G90, G91
Постоянные циклы	G80, G81, G82, G83, G84, G85..
Рабочая система координат	G54, G55, G56, G57, G58.
Компенсация длины инструмента	G43, G44, G49
Коррекция на радиус инструмента	G40, G41, G42
Возврат в постоянных циклах	G98, G99
Активная плоскость обработки	G17, G18, G19

Слайд 1

Два модальных кода из одной группы не могут быть активными в одно и то же время.

Например, G02 и G03 находятся в группе кодов осевых перемещений, и их невозможно применить оба сразу, поскольку один из них отменит действие другого.

Коды из разных функциональных групп можно использовать одновременно. Например, в одном кадре можно написать G02 и G90.

Особенностью модальных кодов является то, что не нужно вводить активный код в последующие кадры.

Например, код G01 используется для перемещения инструмента по прямой линии. Если необходимо совершить множество прямых перемещений, то не обязательно в каждом последующем кадре писать G01.

Для отмены кода G01 необходимо применить один из кодов той же самой функциональной группы (G00, G02 или G03).

M коды не делят на модальные и немодальные. Однако термин «Модальный» условно можно отнести и к ним. Например, можно выделить группу M кодов отвечающих за подачу охлаждающей жидкости (M07, M08, M09) или за вращение шпинделя (M03, M04, M05).

Слайд 2

Строка безопасности

Строкой безопасности называется кадр, содержащий G коды, которые переводят СЧПУ в определенный стандартный режим, отменяют ненужные функции и обеспечивают безопасную работу с управляющей программой.

Кадры управляющей программы	Пояснения
%	Символ начала программы
O0001 (PAZ)	Номер программы (0001) и ее название (PAZ)
N10 G21 G40 G49 G54 G80 G90	Строка безопасности
N20 M06 T01 (FREZA D1)	Вызов инструмента №1
N30 G43 H01	Компенсация длины инструмента №1
N40 M03 S1000	Включение оборотов шпинделя (1000 об/мин)

N10 G21 G40 G49 G54 G80 G90

Используют для предотвращения отрицательного влияния внешних ситуаций когда какой либо ненужный модальный G код не был отменен. Например, если программа обработки была прервана по каким-либо причинам в середине.

Слайд 3

G коды строки безопасности

Код G21 указывает на то, что все перемещения и подачи рассчитываются и осуществляются в миллиметрах, а не в дюймах (G20). Поэтому включение этого кода в состав строки безопасности гарантирует работу в правильном режиме.

Код G40 отменяет автоматическую коррекцию на радиус инструмента (автоматическое смещение инструмента от запрограммированной траектории). Которая может быть активна, если в конце предыдущей программы ее не отменили (выключили).

Код G49 отменяет компенсацию длины инструмента.

Код G54 на большинстве современных станков позволяет активизировать одну из нескольких рабочих систем координат. Предыдущая управляющая программа могла работать в другой системе координат, например в G55. Как и большинство G кодов, G код рабочей системы координат является модальным и сохраняется активным в памяти СЧПУ до тех пор, пока его не отменят. Для того чтобы избежать ошибки, в строку безопасности включают код требуемой рабочей системы координат (G54 - G59).

Код G80 отменяет все постоянные циклы (например, циклы сверления) и их параметры.

Код G90 активизирует работу с абсолютными координатами. Большинство программ обработки создается в абсолютных координатах, возможны случаи, когда требуется выполнять перемещения инструмента в относительных координатах (G91).

Слайд 4

G коды

Код G00 - используется для выполнения ускоренного перемещения.

Ускоренное перемещение или позиционирование необходимо для быстрого перемещения режущего инструмента к позиции обработки или к безопасной позиции. Ускоренное перемещение никогда не используется для выполнения обработки, так как скорость движения исполнительного органа станка очень высока и непостоянна.

Код G00 отменяется при программировании следующих кодов: G01, G02, G03



Пример ускоренного перемещения.

G00 X80 Z10 - позиционирование в точку с координатами (80;10)

Слайд 5

Слайд 6

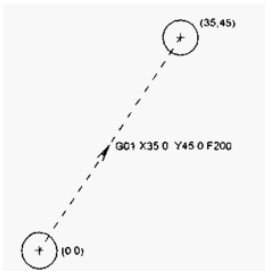
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.620.ПЗ

Лист

97

Код G01 - линейная интерполяция.
Код G01 - команда линейной интерполяции, обеспечивающая перемещение инструмента по прямой линии с заданной скоростью. Скорость перемещения указывается F адресом. Код G01 отменяется с помощью кодов G00, G02 G03.



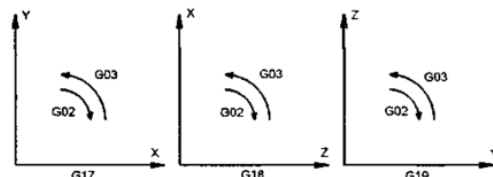
Пример линейной интерполяции.
G01 X35 Y45 F200 - перемещение по прямой в точку с координатами (35;45) со скоростью подачи 200 мм в минуту.

Код G02 - круговая интерполяция (дуга в направлении часовой стрелки)

Код G02 предназначен для выполнения круговой интерполяции, то есть для перемещения инструмента по дуге (окружности) **в направлении часовой стрелки** с заданной скоростью. Скорость перемещения указывается F адресом. Код G02 отменяется с помощью кодов G00, G01 и G03.

Код G03 - круговая интерполяция (дуга против часовой стрелки)

Код G03 предназначен для выполнения круговой интерполяции, то есть для перемещения инструмента по дуге (окружности) **против часовой стрелки** с заданной скоростью. Скорость перемещений и отмена по аналогии с G02.



Круговая интерполяция в разных плоскостях.

Слайд 7

• G04 –выдержка

Код G04 - команда на выполнение выдержки (паузы) с заданным временем. Этот **немодальный код** программируется вместе с X или P адресом, который указывает длительность времени выдержки. Обычно, это время составляет от 0.001 до 99999.999 секунд.

Код G04, X или P адрес программируются вместе в одном кадре, который не содержит никаких перемещений.

Если для определения времени выдержки используется P, то нельзя программировать десятичную точку. Адрес P определяет время выдержки в миллисекундах, а X - в секундах.

Если команда G04 программируется без временного фактора, то она воспринимается системой ЧПУ как немодальная команда для точного останова.

Пример:

G04 X1.5 - выдержка 1.5 секунды
G04 P2000 - выдержка 2 секунды

Слайд 9

• G10 – включение режима ввода данных в СЧПУ

Команда G10 позволяет устанавливать или смещать рабочую систему координат и вводить определенные значения в регистры коррекции инструмента памяти СЧПУ при помощи основной УП или **специальной (отдельной) программы**. Если вводят какие-либо значения в регистры коррекции при помощи основной УП, то они должны находиться **в начале программы**. Этим обеспечивается согласованность значений в регистрах коррекции и самой программы обработки.

Для ввода значений в регистры коррекции применяют следующий формат:

G10 L11 P_R_ ; G10 - включение режима ввода данных

L11 - настройка регистра коррекции инструмента

P - выбор регистра коррекции, который необходимо изменить

R - вводимое значение коррекции

Если команда G10 используется одновременно с кодом G90, то значения в регистрах коррекции переписываются (заменяются новыми значениями).

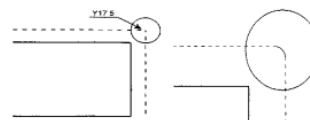
Когда G10 работает вместе с кодом G91, то значения в корректорах складываются (или вычитаются) с числовым значением при R.

Пример: кадр G10 G90 L11 P12 R100.05 заменяет существующее значение в регистре коррекции N12 на новое значение 100.05.

Слайд 11

• G09 – точный останов

Из-за автоматического ускорения и замедления **осевых перемещений** исполнительных органов станка с ЧПУ не происходит точная обработка кромок углов при переходе от одного движения резания к другому. Эта неточность обработки выражается в закруглении или притуплении углов.



При работе в обычном режиме, возможно, что при переходе от движения по оси Y к движению по оси X произойдет небольшое скругление кромок

Немодальный код G09 предназначен для согласования фактической траектории инструмента с запрограммированной траекторией. То есть при переходе от одного направления движения к другому СЧПУ обеспечит законченное и точное перемещение в указанную координату. Код G09 обычно указывается вместе с координатой, в которой необходимо выполнить точный останов.

N114 Y-12.5
N116 G09 Y17.5
N118 X-25.

В точке Y17.5, СЧПУ выполнит точный останов. Время выдержки в этой координате определяется значением специального параметра системы.

Слайд 10

Для установки или смещения рабочей с-мы координат используют следующий формат:

G10 L2 P_X_Y_Z_ ; G10 - включение режима ввода данных
L2 - определение стандартной рабочей системы координат

P - выбор рабочей системы координат X, Y, Z - значения определяющие новое положение рабочей системы координат

Подготовительная функция G10 является модальной и остается активной до тех пор, пока не будет отменена кодом G11. Перед использованием G10 внимательно ознакомьтесь с паспортом станка, так как формат кадра с G10 может быть различным.

• G11 – выключение режима ввода данных в СЧПУ

При помощи команды G11 отменяется команда G10 для включения режима ввода данных в СЧПУ

Слайд 12

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.620.ПЗ

Лист

98

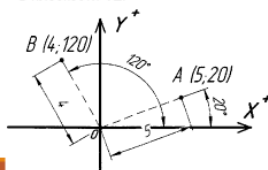
- **G15 – выключение режима полярных координат**

Команда **G15** отменяет режим работы в полярной системе координат и возвращает к программированию в прямоугольной системе координат.

- **G16 – включение режима полярных координат**

Подготовительная функция **G16** позволяет работать в полярной системе координат. При этом запрограммированная позиция определяется углом и расстоянием от нулевой точки рабочей системы координат или от текущей действительной позиции.

Работать в полярной системе координат можно в одной из трех плоскостей. С кодом **G17** работают в плоскости **XY**, с кодом **G18** - в плоскости **XZ**, с кодом **G19** - в плоскости **YZ**.



Полярные координаты: точка **A (5;20)** и точка **B (4; 120)**
Если активна плоскость **XY**, то **X** адрес определяет радиус, а **Y** устанавливает угол относительно оси **X**. Если активна плоскость **XZ**, то **X** адрес определяет радиус, а **Z** устанавливает угол относительно оси **X**. Если активна плоскость **YZ**, то **Y** адрес определяет радиус, а **Z** устанавливает угол относительно оси **Y**. Положительным считается угол, который отсчитывается против часовой стрелки.

Слайд 13

Полярные перемещения, которые указываются при действующей команде **G90**, выполняются относительно нулевой точки активной рабочей системы координат.

Если действует код **G91**, то полярные перемещения выполняются относительно текущей позиции. Значения угла и радиуса могут быть запрограммированы независимо как абсолютные или относительные значения. То есть полярное перемещение может быть одновременно определено углом от нулевой точки рабочей системы координат и расстоянием (радиусом) от текущей позиции. Не редки случаи, когда на чертежах отверстия указываются при помощи полярных координат. Чтобы не пересчитывать полярные координаты в прямоугольные, можно воспользоваться подготовительной функцией **G16**

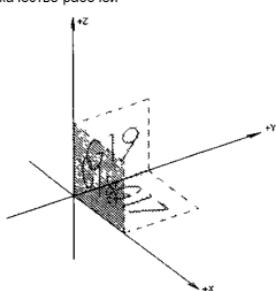
```
...
G90 G17 G16
G81 G98 X4 Y30 Z-2 R0.5 F50
Y60
Y90
G15 G80
...
```

Команда **G16** является модальной, поэтому остается активной до тех пор, пока ее не отменят командой **G15**.

Слайд 14

- **G17 – выбор плоскости XY**

Подготовительная функция **G17** предназначена для выбора плоскости **XY** в качестве рабочей



G17, G18, G19 используются для выбора активной плоскости системы координат. Плоскость **XY** становится определяющей при использовании круговой интерполяции, вращения системы координат и постоянных циклов сверления.

Аналогично

- **G18 – выбор плоскости XZ**
- **G19 – выбор плоскости YZ**

Слайд 15

- **G20 – ввод дюймовых данных**

Код **G20** активизирует режим работы с дюймовыми данными. Пока действует этот режим, все вводимые данные воспринимаются как дюймовые. Рекомендуется во всех программах, которые написаны в дюймовых размерах, поставить команду **G20** в начало программы (в строку безопасности), чтобы в случае, если в программе, выполняемой до этого, действовал метрический режим, обеспечить выбор корректного формата.

Команда является модальной и действует до тех пор, пока ее не отменят командой **G21**

- **G21 – ввод метрических данных**

Код **G21** активизирует режим работы с метрическими данными. Пока действует этот режим, все вводимые данные ею принимаются как метрические. Рекомендуется во всех программах, которые написаны в метрических размерах, поставить команду **G21** в начало программы (в строку безопасности), чтобы в случае, если в программе, выполняемой до этого, действовал дюймовый режим, обеспечить выбор корректного формата. Команда является модальной, действует пока не отменят **G20**

Слайд 16

- **G22 – включение режима предельных перемещений**

Код **G22** активизирует установленный предел перемещений. В этом случае инструмент не может выйти за пределы ограничивающей области. Эта область, как правило, устанавливается с помощью параметров **СЧПУ**.

- **G23 – выключение режима предельных перемещений**

При выполнении команды **G23** установленные пределы перемещений не действуют. То есть код **G23** отменяет действие кода **G22** и позволяет инструменту перемещаться в любую точку рабочей зоны станка

- **G27 – проверка возврата к исходной позиции**

Код **G27** работает аналогично коду **G28** (см. далее). Единственная разница заключается в том, что если позиция к которой произошло перемещение исполнительного органа, не соответствует исходной позиции, то в случае с **G27** система **ЧПУ** станка выдает аварийное сообщение или сигнал. Команды **G27** и **G28** могут использоваться в циклах и макросах автоматической смены инструмента. Перед выполнением этих **G** кодов обычно отменяют коррекцию инструмента.

- **G28 - автоматический возврат в исходную позицию**

Команда **G28** предназначена для возврата станка в исходную позицию. Под этим понимается ускоренное перемещение исполнительных органов в нулевую точку станка. Возврат в исходную позицию предназначен, прежде всего, для возможности проверки размеров и качества обрабатываемой детали в середине программы обработки. Иногда код **G28** ставят в конец управляющей программы, чтобы после ее завершения рабочий стол переместился в положение удобное для съема обработанной детали.

Условный кадр для автоматического возврата в исходную позицию:

G91 G28 X0.0 Y0.0 Z0.0

Если в кадре с **G28** указываются оси **X, Y и Z** с нулевыми значениями, то возврат в исходную позицию происходит по этим трем осям. Однако не всегда нужно выполнять эту операцию со всеми осями. Иногда требуется перемещение только по двум из них. Например, для возврата по осям **Z и Y** в программе обработки должен стоять следующий кадр:

G91 G28 Y0.0. Z0.0

Слайд 17

Слайд 18

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.620.ПЗ

Лист

99

Код **G91** в кадре - активизирует работу в относительных координатах. При задании кода **G28** появляется возможность запрограммировать некоторую промежуточную точку, в которую будет совершено перемещение, перед тем как станок вернется в исходную позицию. На самом деле, координаты указанные в кадре являются координатами именно промежуточной точки. В приведенных ранее примерах, указывались в качестве координат промежуточной точки нулевые значения. Так как в кадре стоит код относительных координат **G91**, то станок должен переместиться относительно текущей позиции на нуль миллиметров по каждой из осей. То есть не должен никуда двигаться. Поэтому, при наличии в УП кадра **G91 G28 X0.0 Y0.0 Z0.0** станок будет сразу возвращен в исходную позицию без "заезда" в промежуточную точку.

Если в программе обработки находится кадр **G91 G28 X10.0 Z20.0**, то станок сначала переместится вправо и вверх, а только затем вернется в нулевую точку. Для чего нужна эта промежуточная точка? Код **G28** вызывает ускоренное перемещение аналогичное **G00**, а в этом случае оно может быть непрямолинейным. То есть можно запросто что-нибудь "зацепить". Опытный программист старается сначала поднять инструмент вверх, а уже затем "отпустить" станок в нулевую точку.

Слайд 19

					ДП 44.03.04.620.ПЗ	Лист
						100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		